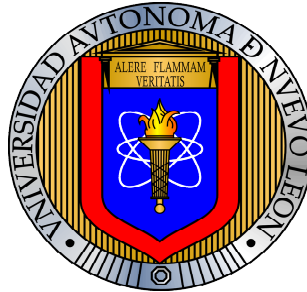


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

**FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES**

**SUBDIRECCIÓN DE POSGRADO**



**ANÁLISIS DEL AGUA DE LOS MANTOS FREÁTICOS  
DEL EJIDO EL TOKIO, GALEANA, N. L. Y SU  
EFECTO EN LOS SUELOS IRRIGADOS**

**T E S I S**

**Como requisito parcial para obtener el grado de:**

**MAESTRÍA EN CIENCIAS FORESTALES**

**PRESENTA**

**ING. DINORAH OFELIA MENDOZA AGUILAR**

**LINARES, NUEVO LEÓN. MÉXICO**

**JULIO, 2008.**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES**

**ANÁLISIS DEL AGUA DE LOS MANTOS FREÁTICOS DEL EJIDO EL TOKIO,  
GALEANA, NUEVO LEÓN Y SU EFECTO EN LOS SUELOS IRRIGADOS**

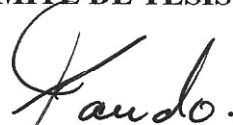
**TESIS DE MAESTRÍA**

**Como requisito para obtener el grado de  
MAESTRÍA EN CIENCIAS FORESTALES**

**Presenta**

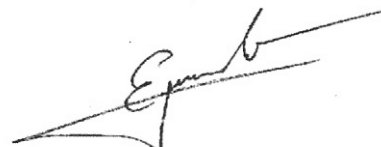
**ING. DINORAH OFELIA MENDOZA AGUILAR**

**COMITÉ DE TESIS**



---

**Dra. Marisela Pando Moreno**  
**Directora**



---

**Dr. Humberto González Rodríguez**  
**Asesor**

---

**Dr. Enrique Jurado Ybarra**  
**Asesor**

**Nadie fue ayer,  
ni va hoy,  
ni irá mañana  
hacia Dios  
por este mismo camino  
que yo voy.  
Para cada hombre guarda  
un rayo nuevo de luz de sol...  
y un camino virgen Dios.**

**León Felipe**

## **AGRADECIMIENTOS**

A CONACYT por el apoyo económico con una beca para la realización de los estudios de posgrado, dentro del programa de excelencia. Así como la aceptación en el programa de Beca Mixta.

A los miembros del comité de tesis.

Dra. Marisela Pando Moreno por la dirección del presente trabajo de tesis. Especialmente por su disponibilidad, apoyo, amistad y la oportunidad de realizar una estancia en la Universidad de Alicante, España.

Al Dr. Humberto González Rodríguez por aceptar asesorar este trabajo, por sus observaciones y amable atención, así mismo por formularme nuevas preguntas.

Dr. Enrique Jurado Ybarra, usted siempre animándome a dar más de mí en sus materias, aprecio las sugerencias y la asesoría brindada al presente trabajo pero especialmente su invaluable amistad.

A la Facultad de Ciencias Forestales por la oportunidad de realizar una maestría con nivel de excelencia, a su personal directivo, administrativo y técnico.

Mi reconocimiento a los catedráticos del programa de maestría por su dedicación y exigencia, ya que cada día de clases fue un reto de alto grado de dificultad.

Por su apoyo en el laboratorio y por su amistad a Inés y Elsa; y en el trabajo de campo a Joel.

Por su valiosa guía y apoyo para identificar vegetación y costras biológicas, material relacionado al tema del proyecto de la estancia en Alicante, al Dr. Eduardo Estrada y al Dr. José Marmolejo.

Al Dr. Jordi Cortina por aceptarme en el proyecto que me dio la oportunidad de realizar una estancia en el extranjero, por su asesoría y hospitalidad así como por compartir una amistad con su familia.

Con cariño a mis compañeros de generación Yendi, Rafa y Toño, por compartir conmigo esos días de interminables tareas y las noches de estudio.

A todos los compañeros y compañeras que tuve la suerte de conocer durante esta etapa, por su amistad, constantes ánimos, consejos y “tips”. Ahora son parte de mi superación profesional.

## **DEDICATORIA**

Por su amor, el cual me demuestra día con día; por el esfuerzo que realiza por comprender las actividades que yo realizo y por el apoyo que me brinda; a mi esposo Emiliano Ugalde Zaragoza.

A Ruby y Víctor, mis padres, cuya fe en mi es tan grande como su amor, por su apoyo incondicional en cada momento de mi vida. Ustedes son el regalo maravilloso que Dios me dio.

Con amor a mis hermanos Victor Omar y Alex René porque son un gran ejemplo de superación personal y profesional, siempre están en mi corazón.

A la amistad de personas maravillosas que he conocido en diversos lugares e insospechados caminos.

Y a quienes hacen que Linares sea un lugar especial. Paola Miranda, porque desde que iniciamos nuestra amistad me has brindado incondicional tu apoyo e impulso; Rosario Cavazos, por compartir conmigo su familia y su arte; Elena y Wibke porque se que puedo contar con ustedes, por la charlas, risas y momentos que compartimos; Profesora Martha Rojas y Lic. Ricardo Lumbreras por abrirme las puertas de la cultura en Linares. Con cariño a Bea, Steffi y Alma Rosa por las aventuras compartidas y la buena suerte de conocerlas.

# ÍNDICE

<b>RESUMEN .....</b>	<b>1</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>3</b>
<b>2. HIPÓTESIS .....</b>	<b>7</b>
<b>3. Objetivo.....</b>	<b>7</b>
<i>3.1 Objetivos específicos.....</i>	<i>7</i>
<b>5. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>12</b>
<i>5.1 Área de estudio.....</i>	<i>12</i>
<i>5.2 Vegetación .....</i>	<i>14</i>
<i>5.3 Toma de muestras y análisis.....</i>	<i>14</i>
<b>6. RESULTADOS.....</b>	<b>18</b>
<i>6.1 Análisis de agua.....</i>	<i>18</i>
<i>6.2 Análisis de suelo.....</i>	<i>21</i>
<i>6.3 Agua y suelo.....</i>	<i>28</i>
<b>7. DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN.....</b>	<b>30</b>
<b>9. BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>35</b>

## INDICE DE CUADROS Y FIGURAS

<b>Cuadro 1.</b> Resultados del ANOVA y prueba de Tukey para conductividad eléctrica (CE) y sodio (Na) en agua. Letras diferentes dentro de cada columna indican diferencias significativas ( $\alpha=0.05$ ). .....	18
<b>Cuadro 2.</b> Clasificación del suelo analizado de acuerdo a su textura. ....	22
<b>Cuadro 3.</b> Resultados de ANOVA y prueba de Tukey para conductividad eléctrica en suelo de 0 a 30 cm y de 30 a 60 cm. Letras diferentes dentro de cada columna indican diferencias significativas ( $\alpha=0.05$ ). ....	23
<b>Cuadro 4.</b> Valoración de la capacidad de intercambio catiónico (CIC) en los diferentes usos de suelo analizados en la profundidad menor a 30cm. ....	28
<b>Figura 1.</b> Localización del ejido El Tokio. ....	13
<b>Figura 2.</b> Imagen Landsat TM 4,3,2 del área de estudio, de 2001; indicando la ubicación de los sitios de muestreo en cada uso de suelo. ....	15
<b>Figura 3.</b> Conductividad eléctrica (C.E.) y concentración de sodio (Na) en el agua de los Pozos.....	19
<b>Figura 4.</b> Clasificación del agua de riego según la Norma Riverside. ....	21
<b>Figura 5.</b> Concentración de Sodio en los diferentes usos de suelo, a dos profundidades: de 0 a 30 cm y de 30 a 60 cm. Letras diferentes para cada profundidad de suelo indican diferencias significativas ( $\alpha=0.05$ ). ....	24
<b>Figura 6.</b> Concentración de Calcio en los diferentes usos de suelo, a dos profundidades: de 0 a 30 cm y de 30 a 60 cm. Letras diferentes para cada profundidad de suelo indican diferencias significativas ( $\alpha=0.05$ ). ....	25
<b>Figura 7.</b> Concentración de Magnesio en los diferentes usos de suelo, a dos profundidades: de 0 a 30 cm y de 30 a 60 cm. Letras diferentes para cada profundidad de suelo indican diferencias significativas ( $\alpha=0.05$ ). ....	26
<b>Figura 8.</b> Concentración de Potasio en los diferentes usos de suelo, a dos profundidades: de 0 a 30 cm y de 30 a 60 cm. Letras diferentes para cada profundidad de suelo indican diferencias significativas ( $\alpha=0.05$ ). ....	27
<b>Figura 9.</b> Resultado del análisis de conglomerados por uso de suelo 0-30cm y agua en base a CE, pH y RAS.....	29
<b>Figura 10.</b> Resultado del análisis de conglomerados por uso de suelo 30-60cm y agua en base a CE, pH y RAS .....	30

## RESUMEN

La degradación de las tierras ocurre principalmente por erosión, así como por salinización y alcalinización de suelos irrigados. La desertificación resultante, constituye una seria amenaza para los ecosistemas, particularmente para los ambientes áridos, semiáridos y subhúmedos secos, tanto por la extensión de las tierras afectadas por este fenómeno, como por sus repercusiones sociales, ambientales y económicas. El área de interés de esta investigación se caracteriza por el aprovechamiento intensivo de aguas subterráneas, de hasta aproximadamente 100m de profundidad, para el cultivo de papa y alfalfa; pero también por ser el hábitat de un buen número de especies, tanto de flora como de fauna, que se encuentran bajo estatus de conservación. En este trabajo, se planteó la hipótesis de que el agua utilizada para riego en estas áreas presenta altas concentraciones de sales y su uso está degradando los suelos irrigados. Las concentraciones de sales y, particularmente de sodio, fueron evaluadas a partir de muestras de agua de los pozos activos utilizados para riego y de muestras de suelo de tres usos (cultivo, pastizal natural y cultivo abandonado) en dos profundidades. El agua de los pozos evaluados presentó valores que la clasifican como de alta a muy alta salinidad, donde el agua del pozo 3 presentó los valores más altos (2.54 mS.cm<sup>-1</sup>). Así mismo, el agua del pozo 3 presentó los valores de concentración de sodio más altos, con un valor promedio de 133.34mg.L<sup>-1</sup>, mientras que en los otros pozos no rebasó los 18mg.L<sup>-1</sup>. El análisis de concentración de sodio en los 30 cm más superficiales del suelo mostró que los suelos del área irrigada con el agua del pozo 3 presentaron valores significativamente más altos de este elemento que los demás suelos analizados, indicando la acumulación de este elemento en el suelo como consecuencia del agua de riego utilizada.



ABSTRACT

## 1. INTRODUCCIÓN

Gran parte del desarrollo logrado en la producción agrícola en los últimos decenios ha sido a expensas de un grave deterioro de los ecosistemas. Aunado a esto, el uso inadecuado del suelo y el aprovechamiento no sustentable de recursos naturales son prácticas que llevan al deterioro de los recursos, aumentando la vulnerabilidad del medio en que se desenvuelve la agricultura. La degradación de las tierras ocurre principalmente por erosión, así como por salinización y alcalinización de suelos irrigados (FAO, 2000). La desertificación resultante, constituye una seria amenaza para los ecosistemas, particularmente para los ambientes áridos, semiáridos y subhúmedos secos, tanto por la extensión de las tierras afectadas por este fenómeno, como por sus repercusiones sociales, ambientales y económicas (López, 2001).

Se considera a los minerales primarios del suelo y rocas expuestas como la fuente de sales solubles que dan origen a los suelos salinos. Sin embargo, el problema radica en aquellas áreas que, debido a las prácticas inadecuadas de uso del suelo, la concentración de sales aumenta, reduciendo con ello la productividad de estos suelos.

Influenciado por la orografía, clima, calidad de los suelos y condiciones ecológicas en general, gran parte del territorio mexicano carece de las condiciones adecuadas para realizar actividades agrícolas sin modificar fuertemente el entorno. La creación de obras de riego dio lugar a la intensificación de la agricultura, sobre todo en áreas del norte del país, llevando al establecimiento de empresas con grandes inversiones de capital, alto grado de mecanización y creciente utilización de insumos. Además los propietarios en régimen comunal, ejidal y pequeños propietarios minifundistas no obtienen utilidades o producción suficiente para subsistencia, por

lo que optan por arrendar la tierra a grandes propietarios (neolatifundios) los cuales las destinan a agricultura tecnificada (Soto, 2003).

En México, la superficie total con problemas graves de salinización, en los distritos de riego, se ha estimado en 522,389 hectáreas, lo que representa alrededor del 10% de la superficie de riego del país, concentradas principalmente en la zona noroeste del país (SEDESOL, 1994).

Aproximadamente 2250Km<sup>2</sup> de tierras de labranza potencialmente productivas en México son abandonadas cada año, quedando improductivas como resultado de la desertificación que incluye salinización del suelo. Grandes extensiones de tierras se continúan desmontando para cultivo para sustituir las tierras abandonadas por desertificación, pérdida de agua y salinización (Stoleson, *et al.* 2005).

La sobreexplotación de los mantos acuíferos es un serio problema en nuestro país, ya que de los 653 acuíferos en que está dividido el país (DOF, 2001), 104 estaban sobre explotados en el 2006. Lo cual representa un incremento de 3.25 veces el número de acuíferos sobreexplotados desde 1975, entre ellos el acuífero principal de la Comarca Lagunera, México (CONAGUA, 2007). La sobre explotación del acuífero principal en la región de la Comarca Lagunera ha tenido implicaciones en la disponibilidad y la calidad del agua disminuyendo la calidad del agua por aumento de concentración de sales solubles como el arsénico (Pando-Moreno y Jurado, 2007).

Ante la problemática de escasez de agua, es cada vez más frecuente la extracción de agua de los mantos freáticos a mayor profundidad para uso agrícola, incrementando los gastos operacionales

de extracción, además de aumentar la incidencia de sales y otros elementos contaminantes que la clasifican como de baja calidad para la actividad agrícola.

Aunque los efectos de la salinización y sodificación del suelo por el agua de riego pueden llegar a ser evidentes en la superficie del suelo, estos pueden también permanecer latentes en los horizontes subyacentes, hasta que la concentración de sales es tan alta que se vuelve necesario aplicar un costoso método de restauración o cambiar el uso de suelo.

Para una utilización sustentable del agua subterránea se debe tomar en consideración el volumen de agua disponible, la tasa de renovación y rendimiento hídrico, la profundidad y presión, así como la calidad del agua y el costo de extracción. Desafortunadamente, en muchos casos, principalmente en zonas áridas y semiáridas donde el agua subterránea es la única fuente de abastecimiento disponible, se pasan por alto dichos factores.

Actualmente, la sobreexplotación de acuíferos y sus efectos evidentes en la cada vez más deteriorada calidad del agua, es el problema socioambiental más acuciante en aquellas regiones donde las concentraciones de sales solubles, han vuelto inadecuada el agua para la agricultura y afectado la salud de la población regional (Jiménez, 2005)

La composición de los sistemas hídricos subterráneos es compleja y en ellos influye el origen, forma de recarga, minerales y tiempo que esté expuesta, así como riesgo por contaminantes y actividades antropogénicas. Todo ello repercute, a su vez, en las propiedades del suelo como resultado de su constante interacción. La utilización de agua con altas concentraciones de minerales como arsénico u otras sales, especialmente sodio, para irrigación de los cultivos,

resulta en la posibilidad de un incremento en la salinidad o sodicidad del suelo, causando efectos dañinos a las plantas (Brady, *et. al.*, 2002).

El área de interés de esta investigación se caracteriza por el aprovechamiento intensivo de aguas subterráneas, de hasta aproximadamente 100m de profundidad, para el cultivo de papa y alfalfa; pero también por ser el hábitat de un buen número de especies, tanto de flora como de fauna, que se encuentran bajo estatus de conservación. Entre dichas especies se encuentran: la zorra nortea (*Vulpes macrotis*), tejón (*Taxidea taxus*), tecolote llanero (*Athene cunicularia*), chorlito llanero (*Charadrius montanus*) y, como especies endémicas, el gorrión de wortheni (*Spizella wortheni*) y el perro llanero (*Cynomys mexicanus* Merriam), esta última reportada por la NOM-059-ECOL-2001 como especie en peligro de extinción.

En la región, se han desmontado grandes extensiones para destinarlas a la agricultura y, particularmente, a la agricultura de riego, donde la calidad del agua utilizada para riego tendrá un efecto en las propiedades del suelo. Si el agua presenta altas concentraciones de sales, muy probablemente éstas se acumularán en el suelo, de tal manera que, aún después de abandonados estos terrenos agrícolas, será muy difícil recuperar los ecosistemas que prevalecían en el área. Es por ello que la presente investigación se propuso evaluar la calidad del agua de los mantos acuíferos y su efecto en los suelos irrigados, en un ecosistema particularmente importante por albergar diversos organismos de flora y fauna catalogados en estatus de conservación.

## **2. HIPÓTESIS**

El agua utilizada para riego en estas áreas, presenta altas concentraciones de sales y su uso está degradando los suelos irrigados.

## **3. Objetivo**

Evaluar la calidad del agua de los mantos acuíferos en el ejido El Tokio y el efecto de ésta en los suelos irrigados.

### **3.1 Objetivos específicos**

Determinar el grado de salinidad y la concentración de ciertas sales en el agua utilizada para riego.

Determinar los mismos parámetros en los suelos irrigados con dichas aguas.

Determinar los mismos parámetros en suelos que no hayan sido irrigados para inferir el efecto del agua en las actuales propiedades de los suelos bajo riego.

#### 4. ANTECEDENTES

El ensalitramiento del suelo es un problema, aparentemente globalizado, ocasionado por actividades humanas con énfasis en zonas áridas y semiáridas. Algunas causas detonantes pueden ser el uso inadecuado de fertilizantes, uso de aguas residuales o de agua con alta concentración de sales para riego.

La salinización de un suelo, es decir, la concentración de sales en la superficie o cerca de la superficie del suelo, ha sido considerado como uno de los principales procesos de degradación de las tierras a nivel mundial, el cual trae como consecuencia una reducción en los rendimientos de los cultivos y, en general, una pérdida del potencial de producción (Thomas y Middleton, 1993).

Se utiliza el término de “suelos salinos” para designar aquellos suelos cuya conductividad del extracto de saturación es mayor de 4 mmhos/cm, a 25°C, porcentaje de sodio intercambiable menor de 15 (Woerner, 1989) y con un pH generalmente menor de 8.5 (Richards, 1993). Sin embargo, bajo ciertas condiciones, una apreciable proporción de las sales presentes puede ser de carbonato de sodio, lo cual puede elevar el pH del suelo hasta valores de 9 o 10. Si el resto de las sales está presente sólo en pequeñas concentraciones, entonces se habla de un suelo sódico o alcalino (Russell, 1973).

Cuando el sodio es el catión dominante, se produce una fuerte dispersión de la arcilla y materia orgánica, elevando el pH, afectando el movimiento del agua en el suelo e incrementando la energía que debe utilizar la planta para extraer agua del suelo y realizar el ajuste bioquímico necesario para que el crecimiento relativo no sea afectado (Maas, 1985). La sodicidad afecta

también la permeabilidad y estructura del suelo, alterando los procesos del sistema agua-suelo-planta.

En Australia, aproximadamente el 80% de los suelos irrigados presentan problemas por exceso de sales de sodio (Rengasamy y Olsson, 1993). De manera similar, en la Cuenca del Lago de Maracaibo en Venezuela, se ha observado un repunte de suelos salinos asociado al aumento de zona agrícola e introducción de riego (Rodríguez, *et al.* 2006).

Al observarse altas concentraciones de cadmio (Cd) en tubérculos de papa (*Solanum tuberosum* L.) en algunas regiones del sureste de Australia, se correlacionó la concentración de Cd con la variedad de papa, las características físico químicas del suelo superficial y subsuperficial (15-30cm) encontrándose relación positiva con la conductividad, cloro intercambiable y la concentración de cationes mayores, especialmente sodio, las elevadas concentraciones de Cd en los tubérculos de papa parecen estar relacionadas con el uso de aguas salinas para riego (McLaughlin, *et al.* 1994).

CONAGUA (2007) reporta 17 acuíferos bajo el fenómeno de salinización de suelos y aguas subterráneas salobres, casi el 50% de ellos ubicados en la región hidrológica Cuencas Centrales del Norte a la que pertenece el área de estudio. De los 28.3km<sup>3</sup> de agua de origen subterráneo que se utilizan en México, casi el 70% se destina a uso agropecuario (19.7km<sup>3</sup>). Entre los problemas que conllevan la sobreexplotación están la disminución de la reserva de agua subterránea en un ritmo cercano a 6 km<sup>3</sup>/año y la intrusión salina presente en otros 17 acuíferos (INEGI. 2006).



Los acuíferos de la cuenca la Independencia, en una zona semiárida del Altiplano Mexicano, están considerados como un sistema hidrogeológico sobre explotado debido a los bajos volúmenes de recarga, la limitada renovabilidad del recurso hidráulico y la intensiva extracción. De acuerdo al tiempo de renovabilidad, dichos acuíferos quedaron definidos como recurso hidráulico de características fósiles no renovables a escala humana y bajo las condiciones actuales de explotación, altamente vulnerable a agotarse (Navarro, 2006).

La problemática de los acuíferos incluye la contaminación. Así, en aguas subterráneas utilizadas para abastecer a la población en Zimapán, Hidalgo, se ha detectado presencia de arsénico (As) alcanzando concentraciones hasta de 1.5mg/L lo que llevó al cierre del pozo. Los pozos con profundidades mayores a 100m asociados a rocas carbonatadas presentan niveles altos de As, reportando concentraciones de 2 a 10 veces lo permitido por la normatividad mexicana. Su presencia responde a origen natural y antropogénico (Pérez, *et. al.*, 2003).

Al estudiar la distribución espacial de sales, en suelos de aluviones salinos de la parte baja de la cuenca de los ríos Nazas y Aguanaval en la Comarca Lagunera, concluyeron que la salinidad del suelo es un factor importante que limita el crecimiento de *Carya illinoensis* Koch (nogal pecanero) y parte de la salinidad proviene del agua de riego que no ha sido bien drenada (Jean-Oliver, *et. al.*, 1998).

Se han realizado estudios de calidad del agua subterránea para una región de San Luís Potosí con la finalidad de evaluar ésta como recurso agrícola y su efecto sobre los cultivos (Alonso, 2003). Asimismo, para el noreste de México, se han estudiado áreas agrícolas de los municipios de Pesquería y Los Ramones en el estado de Nuevo León donde se reporta que las áreas afectadas

por sales corresponden al 11% del área agrícola en Pesquería y al 25% en Los Ramones, concluyendo que ambas áreas presentan un ritmo acelerado de ensalitramiento (Vázquez, 1992).

En la misma región noreste, se han documentado también problemas de salinidad en un área bajo agricultura de riego, cercana a la ciudad de Monterrey, donde las obras de infraestructura han agravado el problema de los riegos en exceso que se aplican en dicha área. El agua excedente no sigue su drenaje natural debido a que el área es atravesada por el talud de la vía del ferrocarril Monterrey – Tampico. Además, las aguas utilizadas para el riego se encuentran contaminadas por desechos urbanos e industriales, incrementando los problemas de salinidad (Verástegui, *et. al.*, 1997).

En el área de estudio se han llevado a cabo investigaciones recientes, así podemos citar a Reyna (2007), quien caracterizó el hábitat del perrito llanero en base a las diferencias edáficas de las colonias en el Altiplano Mexicano. Sus resultados muestran dos grandes grupos de suelos que conforman el hábitat del perrito llanero: aquellos suelos con alto contenido de yeso y bajo o nulo contenido de carbonatos de calcio, asociados a altitudes por debajo de los 2,000 msnm y suelos con alto contenido de carbonato de calcio y ausencia de yeso, por encima de esta altitud.

El interés de conocer la influencia de las actividades agrícolas en una zona donde se ha ido restringiendo el área del hábitat de especies que actualmente se encuentran en algún estatus de conservación en el Altiplano Mexicano, derivó en una evaluación sobre la superficie de pastizal desmontada cada año para destinarla a la agricultura, así como los efectos en el suelo por el uso de agroquímicos en el área agrícola del ejido El Tokio. En un periodo de 30 años (1976-2006), el

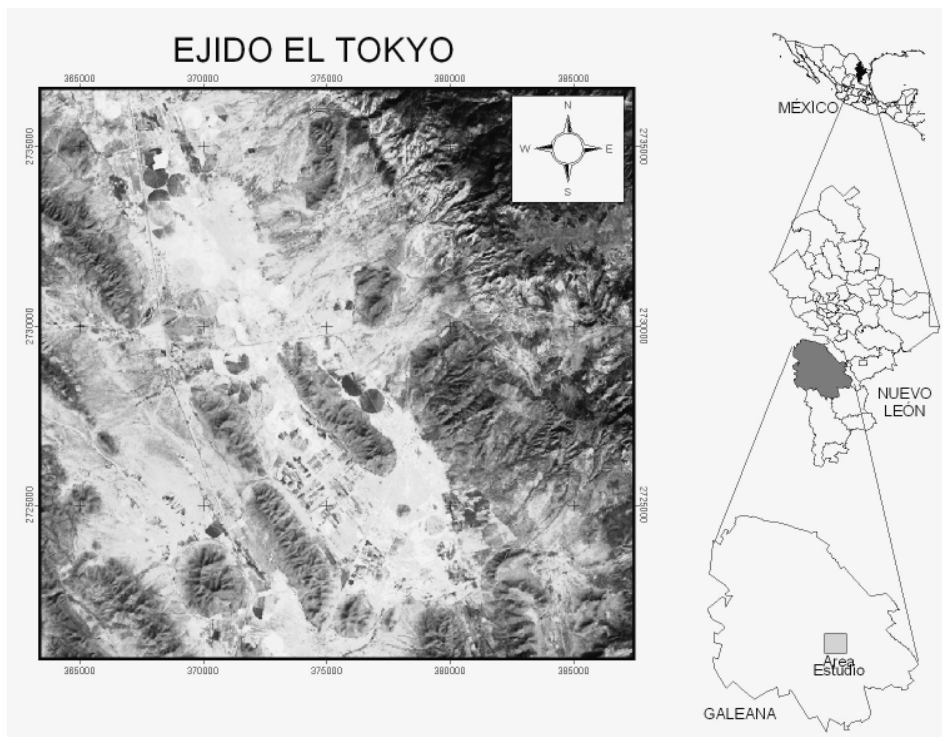
ejido El Tokio perdió 1027.37ha de pastizal natural lo que equivale a que más de la mitad de éste (58%) ha tenido un cambio de uso de suelo a zona agrícola (Gutiérrez, 2008).

Yen (2006) en un estudio de cobertura y composición florística del pastizal halófilo en el estado de Nuevo León concluyó que se manifiestan cambios en cobertura y composición florística en el pastizal halófilo cuando se alteran las características edáficas y topográficas a través del tiempo. Al clasificar la vegetación diferenció los sitios con predominio de vegetación nativa sin disturbio edáfico, de las áreas utilizadas en cultivos, ya que en estas últimas domina la vegetación secundaria con especies anuales consideradas maleza, aún después de 11 años.

## **5. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **5.1 Área de estudio**

El ejido “El Tokio” se localiza en el municipio de Galeana Nuevo León en las coordenadas 24° 38’ a 24° 44’ latitud N y 100° 11’ – 100° 17’ longitud W a 1865 msnm (Figura 1). El área de estudio pertenece a la región fisiográfica del Altiplano Mexicano, donde predominan los valles de poca pendiente; los suelos del área de estudio son sedimentarios, correspondientes al periodo Cuaternario y al Cretácico Superior e Inferior (INEGI, 1981). Se presentan suelos xerosol gípsico (Xg), xerosol cálcico (Xk), rendzina con regosol calcárico (E+Rc), regosol eutrítico con xerosol gypsico (Re+Xg) y litosol con rendzina (I+E), (INEGI, 1977).



**Figura 1.** Localización del ejido El Tokio.

La zona de estudio está comprendida en la región hidrológica Cuencas Centrales del Norte y se compone de cuencas endorreicas que se localizan en llanuras y planicies con una elevación promedio de 1,100 msnm, circundadas por cadenas montañosas con altitudes de 3,700 msnm. Se caracteriza por su clima seco - templado y, como consecuencia de la escasa precipitación pluvial y características fisiográficas, muchas de sus subcuencas presentan escurrimientos intermitentes.

En la zona se localizan presas temporales y escurrimientos superficiales temporales. Las lluvias son irregulares (periodo mayo-septiembre) con media anual de 333.8mm; la temperatura media anual es 16.7°C con media mínima y máxima de 11°C y 20.7°C, respectivamente. El periodo de sequía ocurre entre los meses de octubre a abril. El tipo de clima es BSohx'(e) que corresponde a

clima seco o árido, semicálido, con porcentaje de precipitación invernal con respecto al total anual mayor de 18% y extremoso (Scott, 1984, García, 1988).

Los suelos presentan textura franco limosa fina y franco limosa gruesa, con densidades aparentes que fluctúan entre 0.832 a 0.909 y alto contenido de yeso (alrededor de 44%). El contenido de carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ) ubica al suelo con contenido moderado, y los valores de pH son cercanos a 8. Para el estrato más superficial (0-30 cm) se reportan los valores más altos de materia orgánica (1.8%) y CE (3.15mS/cm) por lo que el suelo queda clasificado como de alta salinidad (Reyna, 2007).

## 5.2 Vegetación

Algunas de las especies presentes en las áreas de pastizal natural descritas por Yen (2006) son *Lepidium montanum*, *Psora crenata*, *Muhlenbergia villiflora*, *Lepidium montanum*, *Frankenia gypsophila* y *Euphorbia stictospora*. En las áreas de vegetación secundaria se presentaron *Asphodelus fistulosus*, *Salsola tragus* (Yen, 2006), *Verbesina microptera*, *Lepidium montanum*, *Scleropogon brevifolius* y *Zinnia anomala*, entre otras. Los cultivos presentes en las zonas irrigadas por los pozos fueron de papa, alfalfa, avena y trigo.

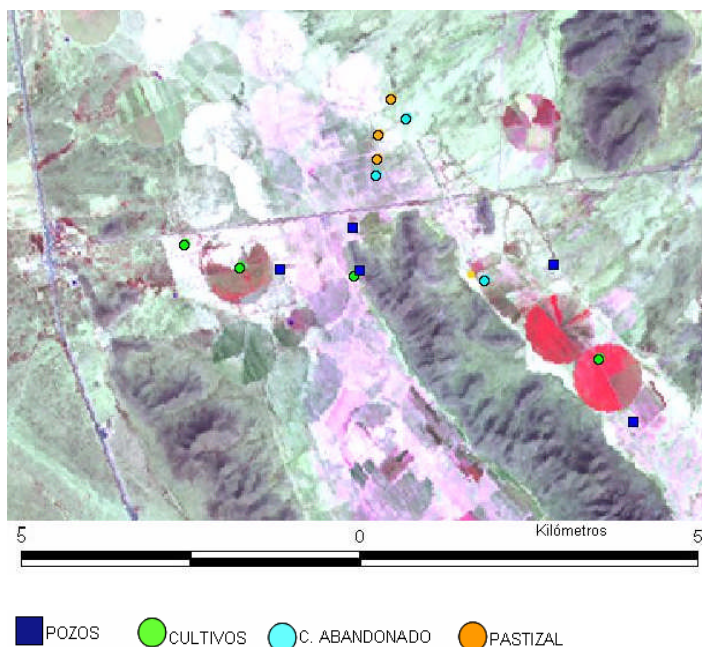
## 5.3 Toma de muestras y análisis

Se colectaron tanto muestras de agua, como de suelos. Para los análisis del agua, se tomaron 5 muestras simples continuas del agua de los pibotes de riego de los cuatro pozos que se encuentran activos. Estas muestras se conservaron a baja temperatura durante su traslado para su inmediato

análisis en el laboratorio de Química de la Facultad de Ciencias Forestales, de la Universidad Autónoma de Nuevo León.

Las muestras de suelo se colectaron en tres usos de suelo: i) áreas de cultivo abandonadas, ii) pastizal nativo y iii) áreas de cultivo.

Se seleccionaron cuatro áreas de cultivo abandonadas (vegetación secundaria), tres áreas de pastizal nativo (siendo éstas el testigo de las condiciones del suelo cuando no ha sido sometido a riego) y cuatro áreas de cultivo activas correspondiendo cada una a un pozo de riego (Figura 2). En cada área, se establecieron cinco puntos de muestreo que fueron georeferenciados: uno en la parte central y cuatro hacia los puntos cardinales, a 100m del punto central. En cada punto, se tomó una muestra superficial de suelo (0-30cm) y otra a profundidad de 30-60cm.



**Figura 2.** Imagen Landsat TM 4,3,2 del área de estudio, de 2001; indicando la ubicación de los sitios de muestreo en cada uso de suelo.

Las muestras de suelo se sometieron a la manipulación mencionada por Woerner (1989) para su análisis en laboratorio y se obtuvo una base común y estándar del suelo para expresar los resultados de los análisis. Las muestras de suelo se trataron según el analito a cuantificar: para la extracción de Na, Ca, Mg y K del suelo se aplicó el método de Acetato de Amonio 1N pH 7.0. Para la determinación de estos elementos mayores se utilizó el espectrofotómetro de absorción atómica modelo Spetr AA 200 con mezcla combustible de aire-acetileno (iones Na, K y Mg) y óxido nitroso-acetileno (ión Ca) en el mismo laboratorio.

Se analizó la capacidad de intercambio catiónico en la profundidad de 0 a 30 cm de los diferentes usos de suelo por el método de extracción con Acetato de amonio ( $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ ) 1N pH 7 y saturado con Na, valorado posteriormente con EAA. El valor de pH se determinó en la suspensión 1:2 suelo-líquido (cloruro de calcio 0.01M) y la conductividad eléctrica se estimó en suspensión acuosa suelo-agua de proporción 1:5 (Woerner, 1989).

Para analizar la textura del suelo se utilizó el método del hidrómetro con escala Bouyoucos y se clasificó con el triángulo textural.

El agua recolectada de los pozos se sometió a valoración de cationes de sodio, calcio, magnesio y potasio. Se añadió solución supresora a la muestra de agua, cloruro de potasio ( $\text{KCl}$  50000ppm) para el análisis de Na, cloruro de lantano ( $\text{LaCl}_3$  50000ppm) para Ca y Mg, y cloruro de cesio ( $\text{CsCl}$  50000ppm). La determinación de los iones mayores se realizó con el espectrofotómetro de adsorción atómica de forma similar que con las muestras de suelo. Así mismo, se determinaron

las variables de pH y conductividad eléctrica. Las lecturas de pH y CE para valorar agua y suelo tomaron con un peachímetro y conductímetro modelo Corning Pinnacle M542.

Se calculó la Relación de Adsorción de Sodio del agua (RAS) con la formula:

$$RAS= [CNa]/ [\sqrt{(CCa + CMg)/2}]$$

La calidad del agua se clasificó según la norma Riverside, método utilizado por el Laboratorio de Salinidad de los E.U. (United States Salinity Laboratory of Riverside) para predecir el peligro de salinización o sodificación del suelo por el agua de riego, basado en la medida de la conductividad eléctrica y el RAS.

Los datos obtenidos de la valoración en agua y suelo de los iones mayores, pH y salinidad (CE) se les aplicaron análisis de varianza de un factor y la prueba de Tukey, para identificar si hay diferencia significativa ( $\alpha=0.05$ ) entre los tratamientos y cuales son diferentes.

Con la finalidad de observar cuáles de las áreas analizadas son más semejantes entre sí, en función de las variables medidas y si las áreas de cultivo aparecen segregadas de los otros usos de suelo al haber modificado sus propiedades, se realizó un análisis de conglomerados jerárquico con base en el porcentaje del coeficiente de similaridad, utilizando el programa MVSP®.



## 6. RESULTADOS

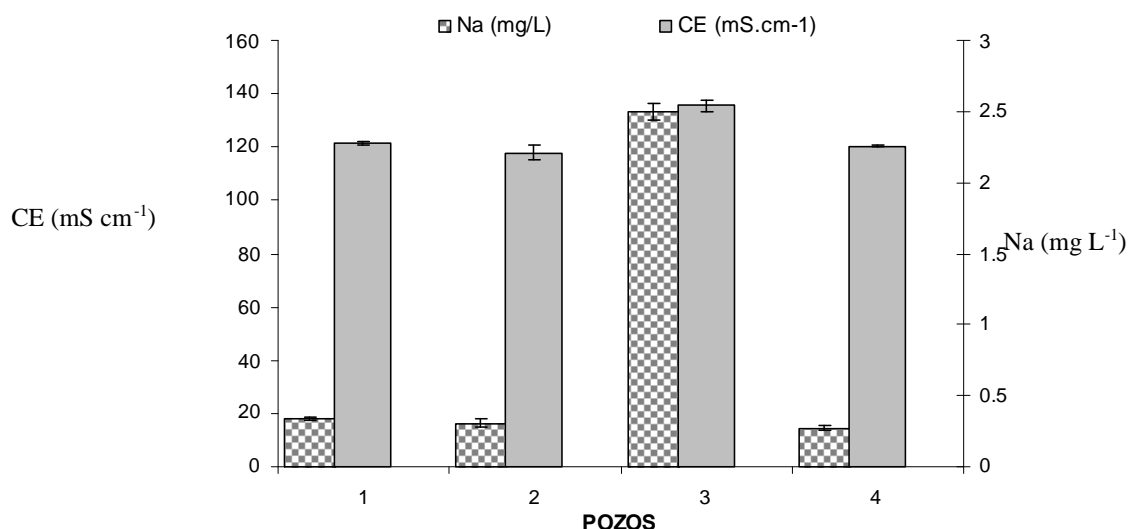
### 6.1 Análisis de agua

Los valores de pH obtenidos de las muestras de agua indican que los pozos 1 y 2 están cercanos a la neutralidad (6.4 y 6.7 respectivamente). Mientras que el agua del pozo 3 con un valor de 8.2 y el agua del pozo 4 con, pH de 7.6 son alcalinas. El agua de los cuatro pozos fue estadísticamente diferente ( $P < 0.05$ ). En el Cuadro 1 se muestran los valores promedios de los elementos analizados para el agua de los pozos de riego; los valores individuales para cada muestra se presentan en el Anexo II.

**Cuadro 1.** Resultados del ANOVA y prueba de Tukey para conductividad eléctrica (CE) y sodio (Na) en agua. Letras diferentes dentro de cada columna indican diferencias significativas ( $\alpha=0.05$ ).

Agua	CE mScm <sup>-1</sup> ±desv std	Na mg L <sup>-1</sup> ±desv std	Ca mg L <sup>-1</sup> ± desv std	Mg mg L <sup>-1</sup> ± desv std	K mg L <sup>-1</sup> ± desv std	pH ± desv std
Pozo 1	2.274 ± 0.01 b	18.058 ± 0.42 b	609.61 ± 24.47 b	32.86 ± 0.37 b	3.75 ± 0.19 a	6.4 ± 0.22 a
Pozo 2	2.212 ± 0.05 a	16.342 ± 1.49 ab	581.98 ± 14.77 b	32.86 ± 0.23 b	3.93 ± 0.13 a	6.7 ± 0.06 b
Pozo 3	2.540 ± 0.03 c	133.34 ± 3.07 c	483.55 ± 21.51 a	101.42 ± 1.29 c	4.78 ± 0.64 b	8.2 ± 0.03 d
Pozo 4	2.254 ± 0.005ab	14.44 ± 0.86 a	574.55 ± 20.08 b	26.44 ± 0.56 a	3.18 ± 0.46 a	7.6 ±0.03 c
Sig.	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Los valores de conductividad eléctrica del agua fluctuaron de 2.21 a 2.54 mS.cm<sup>-1</sup>, considerados como alta a muy alta salinidad según la norma Riverside (Olías, et. al., 2005). El agua del pozo 3 presentó los valores más altos ( $P < 0.05$ ) de salinidad (2.54 mS.cm<sup>-1</sup>), seguidos por el pozo 1, 4 y 2, donde el primero y el último de éstos fueron diferentes entre sí ( $P < 0.05$ ). Así mismo, los valores de concentración de sodio mostraron diferencias ( $P < 0.05$ ), siendo el agua del pozo 3 la que presentó los valores de concentración de sodio más altos, con un valor promedio de 133.34mg.L<sup>-1</sup>., mientras que en los otros pozos no rebasó los 18mg.L<sup>-1</sup> (Cuadro 1, Figura 3). El agua del pozo 3 quedó clasificada como agua de sodicidad media y la de los otros tres pozos como sodicidad baja.

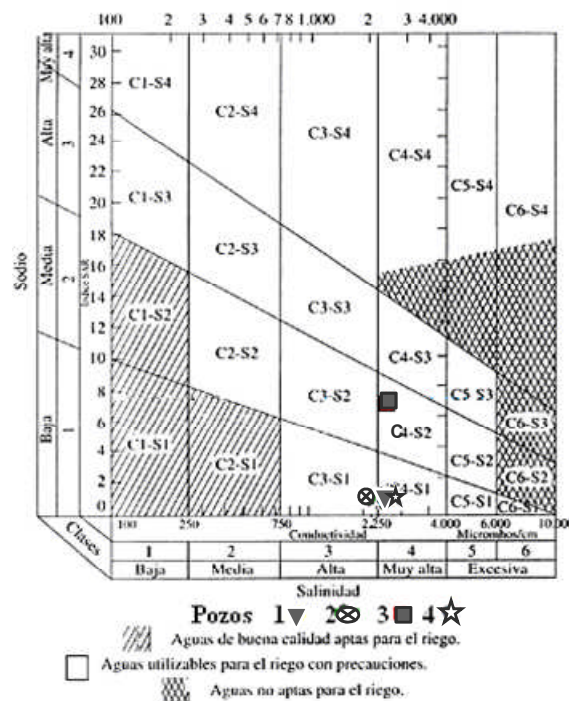


**Figura 3.** Conductividad eléctrica (C.E.) y concentración de sodio (Na) en el agua de los Pozos

En cuanto a la concentración de calcio y potasio el agua del pozo 3 fue diferente ( $P < 0.05$ ) al agua de los pozos 1, 2 y 4 que resultaron semejantes entre sí. Para el calcio presentó la concentración más baja (483.55mg/L<sup>-1</sup>) y respecto al potasio la mayor concentración con 4.78mg/L<sup>-1</sup>. Respecto a los valores de magnesio el agua del pozo 3 con el valor más alto (101.42 mg/L<sup>-1</sup>) y el agua del

pozo 4 con el valor más bajo ( $26.44 \text{ mg/L}^{-1}$ ) resultaron diferentes entre si y diferentes de los pozos 1 y 2 (Cuadro 1).

La norma Riverside establece dieciséis clasificaciones para el agua de riego según su riesgo de salinización o sodicidad, caracterizándola mediante subfilos para los valores de conductividad eléctrica en  $\text{mS cm}^{-1}$  (Ci) en la abscisa con coordenadas logarítmicas y RAS (Sj) en las ordenadas en  $\text{meq L}^{-1}$ , quedando así clasificadas en una combinación CiSj (Figura 4). Así, el agua de los pozos 1 y 4 (indicados con un triángulo y estrella en la Figura 4) queda clasificada como agua de muy alta salinidad (C4S1) que en muchos casos no es apta para riego a menos que se empleen especies tolerantes a la salinidad y volúmenes de agua en exceso para lavar las sales en un suelo con buen drenaje y con bajo contenido de sodio. Sin embargo, lo recomendado para el lavado del suelo es agua de buena calidad, que no se tiene en este caso. El agua del pozo 2 (indicado con una x en la Figura 4) cae en los límites entre la clasificación C3S1 y C4S1, considerada entre alta y muy alta salinidad y bajo contenido de sodio. De acuerdo con esta clasificación, es aceptable para irrigar suelos con buen drenaje, utilizando agua en exceso para lavar las sales y cultivos muy tolerantes a la salinidad. El agua del pozo 3 (indicado con un cuadro en la Figura 4) queda clasificada como C4 S2, que corresponde a agua de muy alta salinidad y contenido de sodio medio, con probabilidades de acumulación de sodio en el suelo, especialmente en los arcillosos y franco arcillosos.



**Figura 4.** Clasificación del agua de riego según la Norma Riverside.

## 6.2 Análisis de suelo

El suelo analizado del Ejido el Tokio presentó en las áreas de cultivo textura Franco-Arcillo-Limosa (C1 y C3) y Franco-Limosa (C2 y C4), el suelo de estas últimas áreas de cultivo coinciden con la clase textural del suelo de la zona de pastizal analizada (P1, P2 y P3) y con el suelo de tres áreas abandonadas (AA 2, AA3 y AA4). Únicamente el suelo correspondiente al área abandona 4 presentó textura Franca que lo caracteriza por ser equilibrado con propiedades compensadas (Cuadro 2).

**Cuadro 2.** Clasificación del suelo analizado de acuerdo a su textura.

USO SUELO	TEXTURA
Cultivo 1	Franco-Arcillo-Limosa
Cultivo 2	Franco-Limosa
Cultivo 3	Franco-Arcillo-Limosa
Cultivo 4	Franco-Limosa
Pastizal 1	Franco-Limosa
Pastizal 2	Franco-Limosa
Pastizal 3	Franco-Limosa
A. Abandonada 1	Franco
A. Abandonada 2	Franco-Limosa
A. Abandonada 3	Franco-Limosa
A. Abandonada 4	Franco-Limosa

El suelo del área de estudio quedó clasificado como alcalino para las dos profundidades evaluadas. El valor máximo de pH (7.99) se presentó en el suelo del área de cultivo 4 (C4) del estrato correspondiente a la profundidad de 0 a 30cm y en el área de pastizal 3 (P3) en la profundidad mayor a 30cm (Anexo VI y VII). Estos valores son coincidentes con lo reportado por Reyna (2007) para el área. El valor de pH más bajo (7.24) lo presentó el suelo del área de pastizal 1 (P1) en la en la profundidad mayor a 30cm.

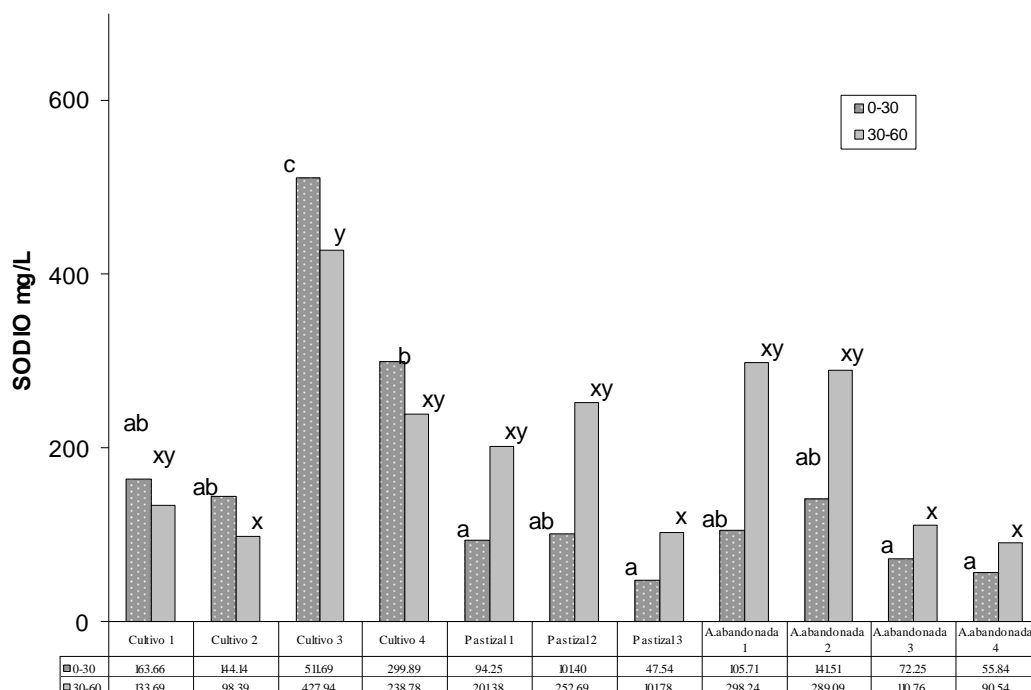
En la profundidad 0-30cm, los suelos presentan semejanzas estadísticas entre las áreas de cultivo, pastizales y algunas áreas abandonadas (Cuadro 3). Solamente el área abandonada 4 presentó diferencias con el valor de salinidad más bajo ( $1621.60 \mu\text{S cm}^{-1}$ ).

**Cuadro 3.** Resultados de ANOVA y prueba de Tukey para conductividad eléctrica en suelo de 0 a 30 cm y de 30 a 60 cm. Letras diferentes dentro de cada columna indican diferencias significativas ( $\alpha=0.05$ ).

Sitios	CE $\mu\text{S cm}^{-1}$	
Muestreo	0-30 $\pm$ desviación std.	30-60 $\pm$ desviación std.
Cultivo 1	1939.33 $\pm$ 40.02 bc	1489.50 $\pm$ 205.26 a
Cultivo 2	1934.17 $\pm$ 39.32 bc	1912.67 $\pm$ 74.32 abcd
Cultivo 3	2128.33 $\pm$ 118.38 c	2139.33 $\pm$ 55.94 bcd
Cultivo 4	1820.87 $\pm$ 192.94 b	2040.66 $\pm$ 125.28 bcd
Pastizal 1	1926.67 $\pm$ 47.70 b	1906.67 $\pm$ 28.96 abcd
Pastizal 2	1895.13 $\pm$ 73.28 b	2324.40 $\pm$ 447.58 d
Pastizal 3	1823.80 $\pm$ 12.32 b	1948.47 $\pm$ 51.53 abcd
A.abandonada 1	1870.50 $\pm$ 163.32. b	2350.83 $\pm$ 290.03 d
A.abandonada 2	1967.50 $\pm$ 38.68 bc	1968.67 $\pm$ 52.84 bcd
A.abandonada 3	1842.13 $\pm$ 70.59 b	1742.87 $\pm$ 149.04 abc
A.abandonada 4	1621.60 $\pm$ 32.08 a	1714.67 $\pm$ 105.64 ab
Significancia	0.000	0.000

En la profundidad de 30 a 60 cm se formaron grupos con suelos de áreas de cultivo, pastizal y áreas abandonadas con valores de salinidad estadísticamente iguales. Ningún área presentó valores de salinidad diferentes a todas las demás (Cuadro 3).

El análisis de concentración de sodio en los 30cm más superficiales del suelo mostró que los suelos del área irrigada con el agua del pozo 3 presentaron valores significativamente más altos ( $P<0.05$ ) de este elemento (Figura 5), que los demás suelos analizados, indicando la acumulación de este elemento en el suelo como consecuencia del agua de riego utilizada.

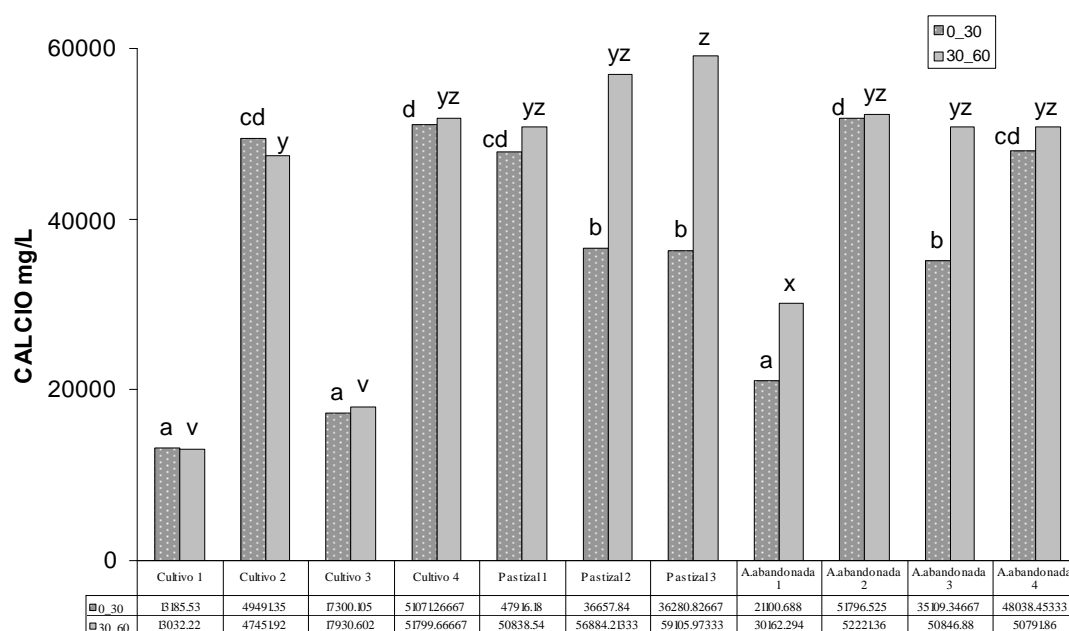


**Figura 5.** Concentración de Sodio en los diferentes usos de suelo, a dos profundidades: de 0 a 30 cm y de 30 a 60 cm. Letras diferentes para cada profundidad de suelo indican diferencias significativas ( $\alpha=0.05$ ).

En la profundidad de 30 a 60 cm. la acumulación de sodio fue menos evidente en el área del cultivo 3, ya que los suelos irrigados con agua de este pozo presentaron valores estadísticamente iguales a los de otras áreas de cultivo e incluso iguales a algunas áreas de pastizal nativo (Figura 5). Aún cuando los valores resultaron estadísticamente iguales, a consecuencia de la alta varianza registrada en esta profundidad, podemos observar que en los suelos del cultivo 3 se detectó una

concentración promedio de sodio de  $427.94 \text{ mg.L}^{-1}$  y el área que le siguió más de cerca fue el cultivo abandonado 1 con concentración promedio de  $298.24 \text{ mg.L}^{-1}$  (Figura 5).

Los suelos mostraron diferencias ( $P < 0.05$ ) en las concentraciones de calcio (Ca) en las dos profundidades de suelos analizadas. En ambos casos, se formaron cuatro grupos en el análisis de varianza. En la profundidad 30-60cm los suelos correspondientes a las áreas de cultivo 1 y 3 son significativamente diferentes al suelo de las áreas abandonadas y de pastizal, incluyendo las áreas de cultivo 2 y 4. Asimismo, los suelos del área abandonada 1 fueron estadísticamente diferentes al resto de los suelos analizados con  $30162.29 \text{ mg/L}$  de Ca (Figura 6).

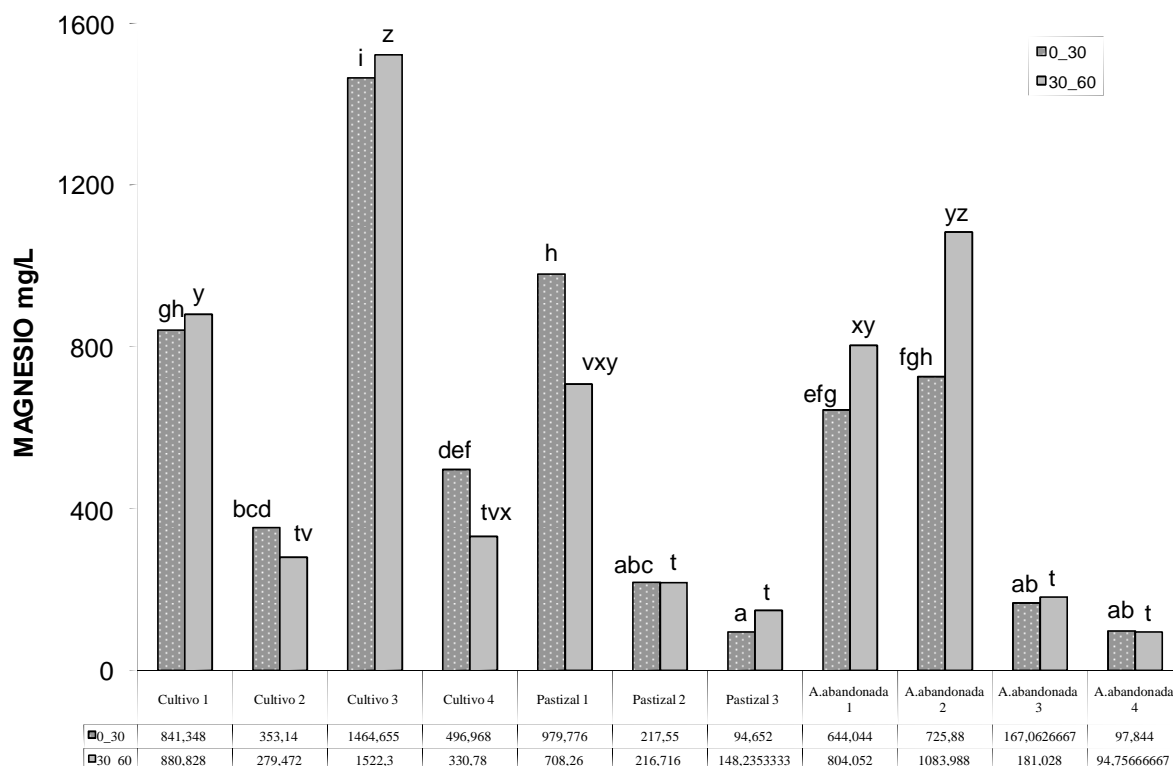


**Figura 6.** Concentración de Calcio en los diferentes usos de suelo, a dos profundidades: de 0 a 30 cm y de 30 a 60 cm. Letras diferentes para cada profundidad de suelo indican diferencias significativas ( $\alpha=0.05$ ).

El análisis de magnesio (Mg) en los suelos estudiados en la profundidad menor a 30cm. reveló al suelo del área de cultivo 3 estadísticamente diferente ( $P < 0.05$ ) a los otros usos de suelo,



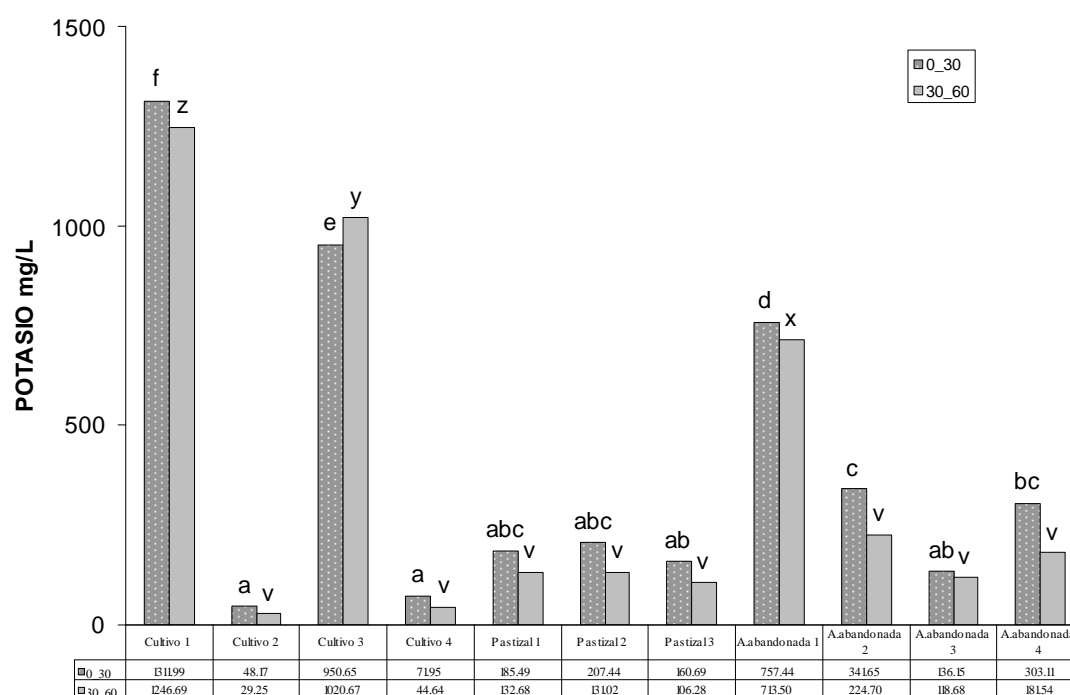
incluyendo los cultivos 1, 2 y 4, y presenta la mayor concentración de Mg con 1464.65mg/L. El cultivo 2 y 4 y, al igual que C1 llegan a formar grupos de semejanza estadística con áreas abandonadas e incluso con pastizales (Figura 7).



**Figura 7.** Concentración de Magnesio en los diferentes usos de suelo, a dos profundidades: de 0 a 30 cm y de 30 a 60 cm. Letras diferentes para cada profundidad de suelo indican diferencias significativas ( $\alpha=0.05$ ).

Los suelos analizados de la profundidad mayor a 30cm (Figura 7) formaron grupos estadísticamente iguales ( $P<0.05$ ) integrados tanto por áreas de cultivo, área abandonada y pastizal. Sin embargo el suelo del área C3 solo fue estadísticamente semejante a AA2 y presentó la mayor concentración de Mg con 1522.30mg/L. El suelo de AA4 con 94.75mg/L fue la menor concentración de magnesio registrada a esta profundidad.

En el análisis de potasio, los suelos de las áreas de cultivo 1 (C1), cultivo 3 (C3) y área abandonada 1 (AA1) resultaron diferentes entre sí y diferentes a todas las demás áreas estudiadas en ambas profundidades del suelo. El suelo correspondiente a C1, con 1311.98mg/L y con 1246.68mg/L, fue el que presentó mayor concentración de potasio para ambas profundidades (Figura 8), siguiéndole, en orden decreciente, los suelos de C3 y los de AA1.



**Figura 8.** Concentración de Potasio en los diferentes usos de suelo, a dos profundidades: de 0 a 30 cm y de 30 a 60 cm. Letras diferentes para cada profundidad de suelo indican diferencias significativas ( $\alpha=0.05$ ).

Del análisis de la capacidad de intercambio catiónico (CIC), medida de la capacidad que tiene la superficie del suelo de retener positivamente iones cargados (cationes) por fuerzas electrostáticas, se encontró que tanto el suelo de las áreas de pastizal como las áreas abandonadas y los cultivos

1, 2 y 3 se encuentran entre mediana y baja capacidad de intercambio catiónico. Mientras que el suelo del cultivo 3 presenta alto valor para CIC (Cuadro 4).

**Cuadro 4.** Valoración de la capacidad de intercambio catiónico (CIC) en los diferentes usos de suelo analizados en la profundidad menor a 30cm.

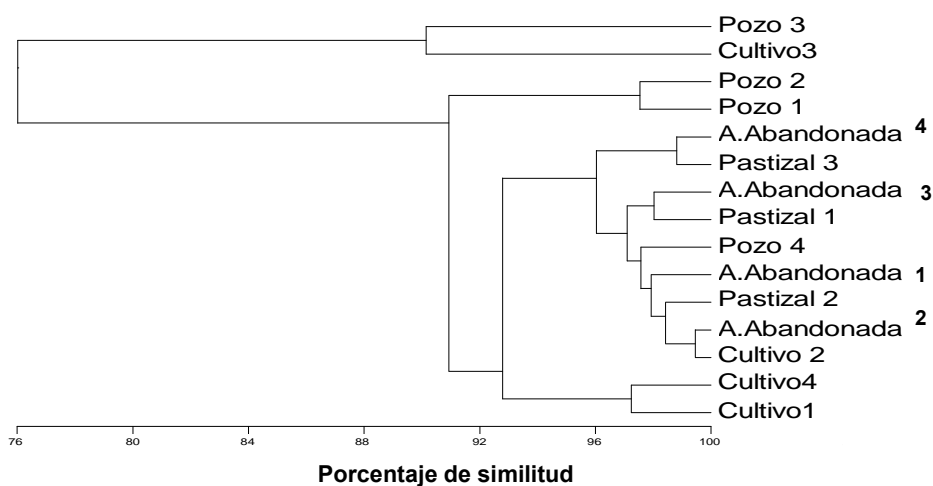
Área analizada	CIC meq/kg suelo	Valoración	RAS
C1	233.25	Mediana	<b>1.9</b>
C2	99.93	Baja	<b>0.9</b>
C3	264.91	Alta	<b>5.3</b>
C4	99.05	Baja	<b>1.8</b>
P1	133.80	Mediana	<b>0.6</b>
P2	75.87	Baja	<b>0.7</b>
P3	100.98	Mediana	<b>0.3</b>
AA1	215.26	Mediana	<b>1.1</b>
AA2	214.48	Mediana	<b>0.8</b>
AA3	73.93	Baja	<b>0.5</b>
AA4	108.05	Mediana	<b>0.3</b>

### 6.3 Agua y suelo

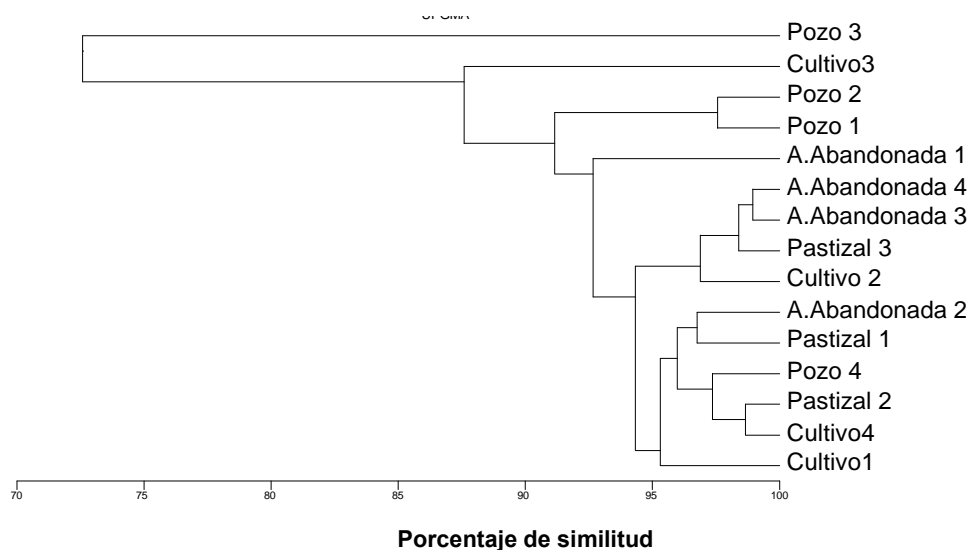
Con los valores obtenidos de conductividad eléctrica, pH y RAS, tanto de agua como de suelo (Cuadro 4; Anexo II, III y IV), de todas las áreas de estudio, se realizó un análisis de conglomerados jerárquico con base en el porcentaje del coeficiente de similitud. Este análisis se efectuó para las dos profundidades de suelo muestreadas. La finalidad de este tipo de análisis es identificar grupos de casos relativamente homogéneos en función de las variables evaluadas. En esta investigación, el análisis se realizó para determinar si algunas de las áreas que están o han estado bajo cultivo (abandonadas) aparecen segregadas del resto al haber cambiado sus propiedades.

Los resultados de los análisis mostraron, para la profundidad de 0 a 30cm, la formación de dos grupos, con cerca de un 90% de similitud; uno de los grupos conformado únicamente por el agua del pozo 3 y el suelo irrigado con ella (Cultivo 3), mientras que el otro grupo se formó con el agua de los otros pozos y el resto de los usos de suelo incluyendo el suelo de las áreas denominadas Cultivo 1, Cultivo 2 y Cultivo 4 (Figura 9).

En la profundidad mayor de 30cm el agua del pozo 3 quedó fuera del grupo del agua de los otros pozos (1, 2 y 4) y del suelo de las áreas analizadas (Figura 10).



**Figura 9.** Resultado del análisis de conglomerados por uso de suelo 0-30cm y agua en base a CE, pH y RAS.



**Figura 10.** Resultado del análisis de conglomerados por uso de suelo 30-60cm y agua en base a CE, pH y RAS

Estos resultados sugieren que el agua del pozo 3 ha modificado las propiedades del suelo irrigado con ella por lo menos en su estrato más superficial, de forma tal, que este suelo es ahora diferente al resto de las áreas, inclusive de aquellas que también son irrigadas pero con agua con concentraciones inferiores de sodio.

## 7. DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN

A pesar del conocimiento general de los efectos de la calidad del agua de riego en el suelo, los análisis de agua y suelo de las zonas agrícolas altamente tecnificadas van, generalmente, dirigidos a conocer si sus condiciones son adecuadas para obtener buenos rendimientos en la producción, en el corto plazo. Sin embargo, pocas veces existe interés, por parte de los usuarios, por conocer si la calidad de agua utilizada tendrá efectos en el suelo a largo o mediano plazo, llevándolo a una posible salinización y sodificación que repercutirá en pérdidas en la producción. Esos terrenos

que quedan improductivos, generalmente son abandonados y es difícil que en ellos se reestablezca la vegetación nativa, ya que las propiedades físicas y químicas de estos suelos han sido fuertemente modificadas, conllevando a la desertificación.

El agua de riego utilizada en la zona de estudio proviene de mantos freáticos y es obtenida a través de pozos con profundidad de hasta 105m (Com. Per. Luna, 2006). El análisis de sodio (Na) sugiere que el agua del pozo 3 no proviene de iguales condiciones que el agua obtenida de los pozos 1, 2 y 4. El agua utilizada en la zona queda clasificada por la Norma Riverside entre alta y muy alta salinidad, por lo que se recomienda para suelos con buen drenaje y donde se dispone de agua adicional con baja salinidad que permita la lixiviación de las sales. De acuerdo a los resultados de los análisis, el agua disponible en la zona de estudio, no cumple con esta característica y el promedio de precipitación anual en la zona es bajo (333.8mm) por lo cual quedaría descartado el lavado del suelo como remediación para lixiviar las sales.

Suarez, (2006) menciona que el incremento de RAS del agua tiene impacto significativo adverso en el tiempo de infiltración del agua en suelo limoso cuando es igual a 6 y en arcillosos cuando el RAS se incrementa de 4 a 6. En los suelos de los cultivos 1, 2 y 4 el RAS del agua de riego fue cercano a 1, mientras que en el agua del pozo 3 el valor del RAS alcanzó valores de 5.3. De acuerdo a las prácticas de manejo que se llevan a cabo en la región, de abandonar las áreas de cultivo después de pocos años, la posibilidad de erosión hídrica aumenta al disminuir la infiltración del agua en el suelo.

La mayor parte de los suelos analizados presentaron CIC media, sin embargo, el suelo de las áreas de cultivo 1 y 3 presentan los valores más altos de CIC porque tienen mayor contenido de

arcilla, más aún el C3, con lo cual se incrementa el riesgo de retener los cationes de sodio provenientes del agua de riego.

Bajo la norma Riverside, el agua del pozo 3 (P3) presenta contenido de sodio medio manifestando así probabilidad de acumulación de sodio en el suelo. La probabilidad de acumulación de sodio aumenta en los suelos arcillosos y franco arcillosos, debido a las propiedades coloidales de las arcillas de atraer cationes. La textura del suelo, en la mayoría de las áreas aquí estudiadas correspondió a franco limosa, coincidiendo con los resultados reportados por Reyna (2007). Sin embargo, el área irrigada con el agua del pozo 3, presenta una textura franco arcillo limosa lo que aumenta sus probabilidades de acumulación de sodio. Esta textura también se presenta en el área correspondiente al cultivo 1 el cual es regado con agua clasificada como baja sodicidad y cuyo suelo no presentó diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) aún con las áreas correspondientes a pastizal natural. Sin embargo, en caso de cambiar las condiciones de sodicidad del agua de riego podría comportarse como el suelo del cultivo 3 el cual presenta la mayor concentración de sodio de las áreas de cultivo y diferencias significativas con los usos de suelo analizados.

Podemos concluir que por lo menos uno de los pozos (P3) presenta agua de mala calidad para riego. Los resultados sugieren que la sodicidad del agua está incidiendo en la concentración de este elemento en el suelo, lo que a su vez puede repercutir en otras propiedades del suelo de seguir las mismas condiciones de riego.

Uno de los métodos más comunes para la recuperación de suelos con altos contenidos de sodio es la aplicación de sales solubles de calcio. Debido a ello, estos suelos no se han visto tan

fuertemente afectados por las concentraciones de sodio que les aporta el agua, ya que son suelos con contenidos de yeso (sulfato de calcio) medianamente altos (alrededor de 40% de yeso), por lo que cuando reciben algo de agua de lluvia, libre de sodio, se disuelve el calcio y éste reemplaza parte del sodio intercambiable. Desafortunadamente, la precipitación promedio anual en el área es del orden de los 300 mm, por lo que estos lavados naturales del suelo son poco frecuentes. La reacción entre el yeso y el sodio intercambiable del suelo dependerá de la interacción con otros factores como las energías de sustitución del sodio y del calcio y de la concentración catiónica total de la solución del suelo (Richards, L. A., 1993).

Las actividades técnicamente factibles de restauración generalmente son costosas y no podrán llevar el suelo a sus condiciones iniciales, habiéndose perdido así un ecosistema único y representativo del norte de México y las especies que de él dependen.

Ante la importancia que representa el recurso hídrico para los ecosistemas y las actividades humanas, surge la necesidad de ampliar el conocimiento sobre los mantos acuíferos de la zona de estudio. Así, es necesario estudios que determinen los flujos hidráulicos (origen y descarga) del agua subterránea del ejido El Tokio. Así mismo, es necesario conocer si se está llevando a cabo la extracción sustentable del agua subterránea en la zona, cuáles son las variables que determinan las concentraciones de sales en los mantos freáticos de la zona y si responde la concentración de sales en el agua de los mantos freáticos a un patrón de variaciones estacionales o de actividades agrícolas.

Las características de la zona de estudio como hábitat de especies de flora y fauna en estatus de conservación y algunas endémicas (*Spizella wortheni*, *Cynomys mexicanus* Merriam, esta última



reportada por la NOM-059-ECOL-2001 como especie en peligro de extinción), hace que se plantee la pregunta, ¿Es posible la recuperación de las condiciones edáficas en las áreas abandonadas?

## **9. BIBLIOGRAFIA.**

Alonso, P. M. 2003. Evaluación de los recursos agrícolas suelo y agua en el Valle de Arista, S. L. P. (1953-2000), Tesis de Maestría, Universidad Autónoma de San Luís Potosí, México.

Brady, N. C., R. R. Weil 2002. The Nature and properties of soils, Pearson Education Inc. 13th ed., United States of America.

CONAGUA. 2007. Estadísticas del agua en México. Capítulo 2, Situación de los recursos hídricos. SEMARNAT.

DOF. 2001. 5 de Diciembre.

FAO 2000, Efectos de los fenómenos climatológicos adversos en la producción y el comercio de los alimentos. 26ª Conferencia regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Mérida, México. [[http://www.revfacagronluz.org.ve/PDF/octubre\\_diciembre2006/rrodriguez.pdf](http://www.revfacagronluz.org.ve/PDF/octubre_diciembre2006/rrodriguez.pdf): 12 de junio de 2007].

García, E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen, para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana, Instituto de Geografía, UNAM. México.

García-Rodríguez J.-R. y M. Schöniger. 2006. Integrated groundwater management for urban watershed Lagunera-Region, Northern Mexico. International FEFLOW User Conference

September 10-15, 2006, Berlin, Germany. Technical University Braunschweig, Germany  
<http://www.wasy.de/de/dialog/veranstaltungen/feflow2006/pres.html>

Gutiérrez, G. M. 2008. Impacto antropogénico en la región prioritaria para la conservación “El Tokio”, en el Altiplano Mexicano. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias Forestales. Linares, Nuevo León. México.

INEGI. 1977. Carta edafológica Sn. José de Raíces G14C66.

INEGI. 1981. Carta Estatal Geológica José de Raíces G14C66.

INEGI. 2006. “Estadísticas A Propósito Del Día Mundial Del Medio Ambiente” Datos Nacionales  
<http://www.inegi.gob.mx/inegi/contenidos/espanol/prensa/Contenidos/estadisticas/2006/ambiente06.pdf>

Jean-Oliver J., M. Rivera, J. L. González 1998. “Algunos usos de la inducción electromagnética en el estudio de los suelos salinos”, *TERRA*, vol. 16, núm. 4, Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, A.C., Universidad Autónoma Chapingo, pp. 309-315.

Jiménez González G. 2005. Retos de la conservación de los recursos naturales en la región Lagunera, Coahuila y Durango. Revista Chapingo serie Zonas Áridas. Número Especial del programa de investigación de recursos Bióticos de zonas áridas. Volumen 4 número 2. Universidad Autónoma de Chapingo. <http://www.chapingo.uruza.edu.mx/rebiza.pdf>

López, F. 2001. El riesgo de desertificación. En: Martín-de –Santa, F. (editor). Agricultura y Desertificación. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, pp. 15-38.

Luna, A. 2006. Comisariado Ejidal Presidente de la Unión de Ejidatarios del ejido El Tokio, Galeana Nuevo León.

Maas, E. V. 1985. “Crop tolerance to saline sprinkling water”, *Plant and Soil*, Volume 89, num. 1-3, pp. 273-284.

McLaughlin, M.J.; Tiller, K.G.; Beech, T.A. 1994. Increased soil salinity causes elevated cadmium concentrations in field-grown potato tubers. *Journal of Environmental Quality*; VOL. 23; ISSUE: 5; Wetland processes and water quality, Minneapolis, MN (United States), 3-4 Nov 1992 ; PBD: Sep-Oct 1994.

Navarro de León I., 2006. Explotación y renovabilidad del agua subterránea en una cuenca semiárida del Altiplano mexicano. *Ciencia UANL*, año/vol. IX, número 004. México. pp. 375-382.

Olías M., J.C. Cerón y I. Fernández 2005, “Sobre la utilización de la clasificación de las aguas de riego del U.S. Laboratory Salinity (USLS)”, *Geogaceta* 37, pp. 111-114.

Pando-Moreno, M. y E. Jurado 2007. “Procesos de desertificación en la Comarca Lagunera”, en Comarca Lagunera: procesos territoriales regionales en el contexto global (López A. y Sánchez A. edit.). *Instituto de Geografía*, UNAM (en dictamen).

Pérez, M. F., F. P. García, A. Rojas, C. A. Galan, Y. Marmolejo, C. Romo, A. Castañeda, J. A. Rodríguez y E. Barrado, 2003. “Caracterización química de aguas subterráneas en pozos y un distribuidor de agua de Zimapán, Estado de Hidalgo, México”, *Hidrobiologica*, vol. 13 núm. 2, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, pp. 95-102.

Rengasamy, P. and K. A. Olsson 1993. “Irrigation and sodicity”, *Australian Journal of Soil Research*, vol.31 num.6, pp. 821 – 837.

Reyna Gonzalez, L. N. 2007. Caracterización De Suelos De Colonias Del Perrito Llanero (*Cynomys Mexicanus* Merriam) En Coahuila, Nuevo León Y San Luis Potosí. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias Forestales. Linares, Nuevo León. México.

Richards, L. A. 1993. Diagnóstico y Rehabilitación de Suelos Salinos y Sódicos, Ed. LIMUSA, México D.F.

Rodríguez, R., J. Moreno, J. Díaz y M. Larreal 2006. “Comportamiento de la conductividad eléctrica en dos series de suelo del sector Caño San Miguel, municipio Mara, estado Zulia durante un periodo de dos años”, *Revista Facultad Agronomía de la Universidad de Zulia*, vol. 23, núm. 4, Venezuela, pp. 394-404.

Russell, E. W. 1973. Soil Conditions and Plant Growth. Longman, New York, 10th Ed.

Scott-Morales, L. M. 1984. Taxonomía y relación con los cultivos, de roedores y lagomorfos, en El Ejido El Tokio, Galeana, N. L., México, Tesis de Licenciatura, UANL, México.

SEDESOL, 1994. Plan de acción para combatir la desertificación en México. Secretaria de Desarrollo Social. México.

Soto, M. C. 2003. “La agricultura comercial de los distritos de riego en México y su impacto en el desarrollo agrícola”, *Investigaciones Geográficas, Boletín*, núm. 50, Instituto de Geografía, UNAM, pp. 173-195.

Stoleson Scout H., R. S. Felger, G. Ceballos, C. Raish, M. F. Wilson, A. Búrquez. 2005. Recent History of Natural Resource Use and Population Growth in Northern Mexico. pp. 59, 70 Libro: Cartron, Jean-Luc E.; G. Ceballos; R. S. Felger. 2005. Biodiversity, Ecosystems, and Conservation: Prospects for Northern Mexico. Oxford University Press US. pp. 496.

Suarez, Donald L. 2006. Effect of SAR on water infiltration under a sequential rain-irrigation management system. agricultural water management 86 (2006) 150 – 164. [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)

Thomas, D. S. G. and N. J. Middleton 1993. “Salinization: New perspectives on a major desertification issue”, *Journal of Arid Environments*, vol. 24 núm. 1, pp. 95-105.

Vázquez, R. 1992. Mapeo de salinidad en la zona de Pesquería-Ramones, Nuevo León, Memorias del II Simposio Regional: Avances y Perspectivas de la Investigación del Clima y del Agua en el Noreste de México, Facultad de Ciencias Forestales, UANL, Linares, Nuevo León, México, pp 105-124.

Verástegui, J., E. Treviño, R. Vázquez, J. Pissanni y E. Olivares 1997. Caracterización de un área agrícola con problemas de salinidad mediante el uso de imágenes Landsat TM, Memorias del VIII Simposio Latinoamericano de Percepción Remota, Mérida, Venezuela, pp. 2-7.

Woerner, P. M. 1989. Métodos químicos para el análisis de suelos calizos de zonas áridas y semiáridas, Facultad de ciencias Forestales, UANL, Linares, México.

Yen Mendez C. 2006. Cambios en cobertura y composición florística del pastizal halófilo en el estado de Nuevo León, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Forestales. UANL. México.

Zar, Jerrold H. 1999. Biostatistical Analysis. 4th ed. Prentice-Hall, Inc. United States of America.

## Anexo I

Ubicación de los sitios de muestreo de agua y suelo (punto central)

Sitio de muestreo	Coordenada UTM	
	X	Y
Pozo 1	373064	2729759
Pozo 2	373165	2729121
Pozo 3	371995	2729142
Pozo 4	376030	2729199
Cultivo 1	370600	2729511
Cultivo 2	373099	2729056
Cultivo 3	371419	2729171
Cultivo 4	376435	2728295
Pastizal 1	373647	2731655
Pastizal 2	373460	2731136
Pastizal 3	373437	2730773
A. abandonada 1	374828	2729069
A. abandonada 2	375034	2728986
A. abandonada 3	373429	2730534
A. abandonada 4	373861	2731369



## Anexo II

Valores obtenidos en los análisis de agua de los pozos destinados al cultivo. pH, Conductividad eléctrica (C.E), RAS y elementos mayores sodio (Na), calcio (Ca), potasio (K) y magnesio (Mg) con sus repeticiones.

	Repetición	Na mg/L	Ca mg/L	Mg mg/L	K mg/L	CE mg/L	pH	RAS
Pozo1	1	18.70	581.85	32.64	3.58	2.29	6.64	1.07
	2	18.04	585.60	33.31	3.52	2.27	6.52	1.02
	3	17.66	617.25	32.66	3.95	2.27	6.42	0.98
	4	18.19	634.55	33.23	3.88	2.26	6.31	0.99
	5	17.70	628.80	32.49	3.88	2.28	6.06	0.97
Pozo2	1	16.79	601.05	32.80	4.04	2.12	6.71	0.94
	2	14.44	570.30	32.63	4.09	2.24	6.83	0.83
	3	18.24	564.15	33.09	3.77	2.25	6.78	1.05
	4	15.26	587.85	33.15	3.87	2.24	6.71	0.87
	5	16.98	586.55	32.68	3.92	2.21	6.67	0.96
Pozo3	1	132.40	515.80	100.38	5.01	2.51	8.22	7.54
	2	137.19	464.00	102.13	5.03	2.58	8.17	8.15
	3	130.61	463.50	99.70	5.03	2.58	8.25	7.78
	4	130.55	487.30	102.38	5.21	2.53	8.25	7.60
	5	135.96	487.15	102.53	3.64	2.50	8.24	7.92
Pozo4	1	14.85	572.20	26.23	3.10	2.26	7.62	0.86
	2	14.67	556.75	26.31	3.17	2.26	7.60	0.86
	3	15.55	569.80	27.37	3.98	2.25	7.56	0.90
	4	13.48	565.10	26.45	2.83	2.25	7.63	0.78
	5	13.67	608.90	25.86	2.87	2.25	7.64	0.77

### **Anexo III**

Resultados de los análisis de suelo a profundidad de 0-30 cm realizados en las áreas de cultivo, pastizal natural y áreas abandonadas del ejido El Tokio, Galeana N. L. Conductividad eléctrica (C.E), pH, Textura, capacidad de intercambio catiónico (CIC) y elementos mayores sodio (Na), calcio (Ca), potasio (K) y magnesio (Mg) con sus repeticiones.

CALIDAD DEL AGUA DE LOS MANTOS FREÁTICOS DEL EJIDO EL TOKIO, GALEANA, N. L.

Profundidad 0-30 (1/4)		Na Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3	Ca Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3
Tratamiento							
Cultivo 1	C	95.62	109.88		14291.34	15362.48	
	N	144.12	140.98		12956.68	12623.60	
	S	166.14	171.02		12250.80	12864.98	
	E	221.16	237.86		12498.68	12911.32	
	W	175.98	173.82		13099.84	12995.58	
Cultivo 2	C						
	N	84.96	255.14		48766.20	51058.00	
	S	162.28	162.18		48537.40	49562.60	
	E	129.32	157.04		50539.00	48791.80	
	W	123.74	78.42		49138.00	49537.80	
Cultivo 3	C	578.16	1088.56		16758.82	18298.76	
	N	386.44	400.14		16503.82	15405.14	
	S	539.80	415.70		18344.36	16887.88	
	E	300.14	384.54		18629.44	17572.62	
	W						
Cultivo 4	C	854.40	835.62	253.98	50403.40	50403.20	53823.80
	N	359.02	373.36	357.66	51917.00	51025.40	51689.00
	S	205.06	197.84	196.96	52474.20	51774.20	52493.80
	E	72.20	67.98	108.02	50958.60	50591.80	51424.20
	W	198.92	191.54	225.84	49453.80	48695.20	48941.40
Pastizal 1	C	101.46	130.36		47447.40	46675.60	
	N	66.72	52.46		48365.40	48154.20	
	S	54.96	75.88		49228.60	48518.20	
	E	123.78	141.32		47611.20	47616.40	
	W	134.70	60.82		47289.80	48255.00	
Pastizal 2	C	43.67	40.45		36702.00	36736.80	
	N	141.27	130.75		36464.00	36815.40	
	S	54.23	73.03		35951.00	37134.20	
	E	39.59	64.29		36938.80	36531.00	
	W	219.45	207.23		36901.60	36403.60	
Pastizal 3	C	46.78	30.64	170.28	35985.20	36267.40	35976.20
	N	48.42	39.72	22.14	36799.40	36899.80	36045.00
	S	44.72	39.14	47.22	37303.80	36530.80	36396.40
	E	37.88	27.66	31.84	36122.60	36794.80	36239.40
	W	57.86	32.44	36.38	35992.60	35201.00	35658.00
Á. abandonada 1	C	188.48	209.44		16303.84	16260.80	
	N	78.26	98.40		13523.36	14582.82	
	S	44.28	53.70		15468.40	16159.34	
	E	93.52	98.62		12547.48	12134.24	
	W	96.52	95.84		44145.00	49881.60	
Á. abandonada 2	C	60.28	149.74		52178.80	50776.20	
	N	76.92	156.28		53522.80	52573.40	
	S	165.68	159.38		48754.60	50030.00	
	E						
	W	158.82	204.98		53103.40	53433.00	

CALIDAD DEL AGUA DE LOS MANTOS FREÁTICOS DEL EJIDO EL TOKIO, GALEANA, N. L.

Á. abandonada 3	C	98.79	70.60	36.52	35504.20	35098.60	35061.80
	N	97.41	113.43		35473.80	35387.80	
	S	45.42	57.31		35508.60	35602.20	
	E	157.67	40.96	42.90	35492.20	34593.20	34555.00
	W	71.80	45.74	48.39	35197.60	33094.40	35084.60

Á. abandonada 4	C	58.52	53.80		46945.40	46634.80	
	N	35.80	57.35		43649.00	42758.60	
	S	105.12	46.25	38.97	50035.20	50588.20	51134.20
	E	68.54	85.40		50082.60	49207.40	
	W	32.14	39.98		49942.20	49992.80	

Profundidad 0-30 (2/4)		Mg			K		
Tratamiento		Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3	Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3
Cultivo 1	C	696.24	746.76		1200.96	1205.26	
	N	861.72	776.64		1372.62	1389.94	
	S	879.60	880.28		1321.26	1324.22	
	E	899.56	862.80		1300.22	1307.84	
	W	916.60	893.28		1344.18	1353.36	
Cultivo 2	C						
	N	449.40	575.72		33.48	43.44	
	S	218.84	364.24		62.06	62.90	
	E	283.88	333.92		43.66	53.88	
	W	256.72	342.40		54.04	31.92	
Cultivo 3	C	1585.52	1541.64		958.04	981.68	
	N	1392.36	1462.64		891.44	887.92	
	S	1415.40	1512.00		897.10	919.74	
	E	1441.76	1365.92		1036.00	1033.28	
	W						
Cultivo 4	C	867.78	866.02	401.58	53.44	66.78	62.90
	N	697.10	688.94	723.22	74.44	73.30	74.40
	S	376.26	384.26	367.22	95.04	90.56	94.42
	E	268.32	275.20	283.34	74.84	74.22	71.80
	W	423.28	415.54	416.46	57.82	58.22	57.04
Pastizal 1	C	943.72	922.68		257.68	276.40	
	N	923.24	901.28		247.20	207.68	
	S	907.32	982.52		77.64	73.68	
	E	985.96	925.72		61.04	77.84	
	W	1031.28	1274.04		289.60	286.12	
Pastizal 2	C	58.56	60.22		117.26	116.40	
	N	285.18	286.06		242.26	235.72	
	S	69.76	88.64		197.04	187.02	
	E	85.24	83.48		100.18	95.16	
	W	576.70	581.66		395.36	388.00	
Pastizal 3	C	143.80	133.26	132.78	216.84	211.64	220.50
	N	46.98	76.32	83.08	157.42	161.52	136.90
	S	87.96	49.32	61.34	189.90	181.64	181.06
	E	143.80	157.24	141.02	191.12	184.22	187.78
	W	67.08	45.30	50.50	62.62	63.80	63.42

CALIDAD DEL AGUA DE LOS MANTOS FREÁTICOS DEL EJIDO EL TOKIO, GALEANA, N. L.

Á. abandonada 1	C	634.08	666.44		898.94	914.14	
	N	671.08	600.32		786.34	782.06	
	S	586.44	566.92		702.76	653.10	
	E	603.08	646.16		915.62	845.80	
	W	752.04	713.88		539.12	536.48	
Á. abandonada 2	C	699.16	724.96		420.36	346.34	
	N	624.52	517.96		303.64	301.98	
	S	716.44	647.92		374.06	378.54	
	E						
	W	869.40	1006.68		294.34	313.90	

Á. abandonada 3	C	62.28	59.94	63.66	87.80	95.54	103.56
	N	383.68	406.14		168.36	169.84	
	S	109.90	104.08		74.48	80.68	
	E	159.00	197.52	131.44	202.20	214.36	202.50
	W	95.12	97.72	133.56	129.04	134.34	132.84
Á. abandonada 4	C	201.18	210.20		218.38	211.18	
	N	65.60	61.98		324.26	311.06	
	S	53.90	39.42	38.50	315.22	306.06	294.20
	E	79.50	79.80		246.44	255.58	
	W	97.82	94.48		433.96	419.90	

Profundidad 0-30 (3/4)		CE			pH		
Tratamiento		Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3	Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3
Cultivo 1	C	1.95	1.91	1.95	7.51	7.60	7.64
	N	1.88	1.88	1.86	7.71	7.74	7.71
	S	1.99	1.99	1.88	7.72	7.71	7.75
	E	2.00	1.99	1.95	7.33	7.41	7.46
	W	1.94	1.95	1.97	7.50	7.55	7.58
Cultivo 2	C						
	N	1.88	1.88	1.86	7.57	7.63	7.61
	S	1.99	1.99	1.88	7.75	7.72	7.69
	E	2.00	1.99	1.95	7.57	7.44	7.45
	W	2.00	1.90	1.89	7.52	7.50	7.50
Cultivo 3	C	2.37	2.26	2.32	7.73	7.70	7.73
	N	2.16	2.11	2.10	7.73	7.75	7.74
	S	2.01	1.94	2.03	7.73	7.75	7.71
	E	2.06	2.11	2.07	7.72	7.67	7.74
	W						
Cultivo 4	C	2.13	2.14	2.15	7.96	8.02	8.04
	N	1.88	1.87	1.85	8.03	8.04	8.05
	S	1.71	1.72	1.72	7.97	7.99	7.94
	E	1.74	1.65	1.65	7.92	7.98	7.94
	W	1.73	1.67	1.70	7.97	7.95	7.97
Pastizal 1	C	1.92	1.94	2.00	7.28	7.25	7.22
	N	1.94	1.95	1.97	7.20	7.31	7.36
	S	1.85	1.82	1.86	7.11	7.16	7.28
	E	1.93	1.90	1.95	7.41	7.38	7.45
	W	1.96	1.96	1.95	7.59	7.61	7.67

CALIDAD DEL AGUA DE LOS MANTOS FREÁTICOS DEL EJIDO EL TOKIO, GALEANA, N. L.

Pastizal 2	C	1.84	1.84	1.84	7.69	7.68	7.65
	N	1.95	1.87	1.99	7.70	7.72	7.76
	S	1.86	1.85	1.85	7.74	7.74	7.63
	E	1.85	1.84	1.83	7.68	7.73	7.63
	W	2.02	2.01	1.99	7.83	7.85	7.81
Pastizal 3	C	1.85	1.82	1.84	7.66	7.63	7.63
	N	1.80	1.82	1.82	7.64	7.65	7.65
	S	1.80	1.82	1.82	7.63	7.61	7.58
	E	1.84	1.86	1.81	7.77	7.68	7.73
	W	1.83	1.81	1.82	7.76	7.76	7.76
Á. abandonada 1	C	2.03	2.04	1.99	7.56	7.58	7.57
	N	1.75	1.77	1.76	7.51	7.44	7.48
	S	1.64	1.71	1.64	7.50	7.50	7.55
	E				7.67	7.64	7.61
	W	2.07	2.07	1.98	7.54	7.56	7.55

Á. abandonada 2	C	1.95	1.91	1.95	7.53	7.63	7.59
	N	2.04	1.97	1.94	7.65	7.62	7.63
	S	1.93	1.93	1.92	7.54	7.54	7.62
	E						
	W	2.04	2.01	2.02	7.72	7.69	7.70
Á. abandonada 3	C	1.80	1.82	1.83	7.41	7.38	7.29
	N	1.99	1.96	1.95	7.71	7.61	7.60
	S	1.79	1.79	1.80	7.72	7.70	7.76
	E	1.85	1.81	1.80	7.63	7.64	7.63
	W	1.83	1.82	1.80	7.63	7.62	7.65
Á. abandonada 4	C	1.62	1.67	1.67	7.74	7.72	8.26
	N	1.62	1.63	1.61	7.63	7.57	7.57
	S	1.60	1.61	1.61	7.62	7.65	7.71
	E	1.58	1.58	1.58	7.69	7.66	7.63
	W	1.64	1.66	1.65	7.66	7.64	7.68

Profundidad 0-30 (4/4)		RAS	CIC meq/kg suelo	Textura
Tratamiento Cultivo 1	C	0.833751057	212.96	Franco Arcillo Limosa
	N	1.240751182	239.57	
	S	1.47866612	247.20	
	E	2.001757994		
	W	1.505289492		
Cultivo 2	C			Franco Limosa
	N	0.759209437	100.42	
	S	0.731420767	99.44	
	E	0.64147709		
	W	0.454377362		
Cultivo 3	C	6.15859437	264.40	Franco Arcillo Limosa
	N	3.046268374	257.82	
	S	3.527009952	272.50	
	E	2.496575192		
	W			

CALIDAD DEL AGUA DE LOS MANTOS FREÁTICOS DEL EJIDO EL TOKIO, GALEANA, N. L.

Cultivo 4	C	2.844421749	87.04	Franco Limosa
	N	1.594986405	109.89	
	S	0.873205646	100.22	
	E	0.365885682		
	W	0.925794875		
Pastizal 1	C	0.531674314	137.52	Franco Limosa
	N	0.269983912	152.22	
	S	0.294499918	111.66	
	E	0.604428003		
	W	0.44459918		
Pastizal 2	C	0.219404709	64.11	Franco Limosa
	N	0.709169681	74.42	
	S	0.332680246	89.09	
	E	0.270840323		
	W	1.109969312		
Pastizal 3	C	0.434293371	120.08	Franco Limosa
	N	0.192106146	84.67	
	S	0.227839168	98.18	
	E	0.169998266		
	W	0.223661622		

Á. abandonada 1	C	1.543882681	227.00	Franco
	N	0.736827188	218.14	
	S	0.386068792	200.65	
	E	0.854059483		
	W	0.441863627		
Á. abandonada 2	C	0.461238196	239.10	Franco Limosa
	N	0.50489098	195.17	
	S	0.728801913	209.18	
	E			
	W	0.78468455		
Á. abandonada 3	C	0.365562081	74.65	Franco Limosa
	N	0.55850329	69.86	
	S	0.272199952	77.28	
	E	0.430581183		
	W	0.297721792		
Á. abandonada 4	C	0.259342292	126.98	Franco Limosa
	N	0.223991553	87.73	
	S	0.282032998	109.43	
	E	0.345310357		
	W	0.161240111		

#### **Anexo IV**

Resultados de los análisis de suelo realizados en las áreas de cultivo, pastizal natural y áreas abandonadas del ejido El Tokio, Galeana N. L. Profundidad de 30-60 cm. Conductividad eléctrica (C.E), pH, y elementos mayores sodio (Na), calcio (Ca), potasio (K) y magnesio (Mg) con sus repeticiones.



CALIDAD DEL AGUA DE LOS MANTOS FREÁTICOS DEL EJIDO EL TOKIO, GALEANA, N. L.

Profundidad 30-60 (1/3)		Na			Ca		
Tratamiento		Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3	Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3
Cultivo 1	C	75.52	79.12		11446.24	12997.78	
	N	136.38	141.44		13480.52	13096.98	
	S	97.42	122.32		12723.28	13205.64	
	E	149.42	173.02		14689.16	13313.88	
	W	177.16	185.10		12828.96	12539.76	
Cultivo 2	C	191.40	235.32		49188.80	48266.80	
	N	102.46	84.88		49132.20	48272.60	
	S	119.94	54.86		47080.00	47362.80	
	E	36.36	43.38		47020.80	46296.00	
	W	60.78	54.48		46000.20	45899.00	
Cultivo 3	C	540.38	360.02		18185.40	16145.32	
	N	383.66	454.92		18957.88	19727.64	
	S	777.32	425.48		17893.54	19065.94	
	E	314.14	355.78		16481.38	16832.58	
	W	341.36	326.34		16790.96	19225.38	
Cultivo 4	C	863.26	277.70	272.10	51542.80	53248.20	53449.20
	N	147.10	195.22	150.54	53225.00	52797.00	52459.40
	S	64.96	38.00	59.58	53099.80	53491.40	53960.80
	E	256.72	272.76	325.44	51592.20	50679.20	50528.00
	W	223.78	194.82	239.74	49006.00	48969.00	48947.00
Pastizal 1	C	454.64	145.34		51221.80	50700.40	
	N	180.54	54.68		51004.60	51912.80	
	S	82.34	41.64		50306.20	49083.80	
	E	261.52	63.02		51620.20	50704.00	
	W	609.42	120.64		51499.00	50332.60	
Pastizal 2	C	44.47	40.13	43.32	54172.20	54858.80	55037.20
	N	443.58	443.42	416.98	56336.20	57261.00	56749.40
	S	278.76	278.16	282.50	56648.20	56634.20	57267.60
	E	48.68	58.16	57.43	57160.40	57287.20	56833.00
	W	441.94	455.02	457.82	59701.60	58709.80	58606.40
Pastizal 3	C	47.99	90.55		58762.20	59023.40	
	N	83.70	81.99		60323.60	59422.60	
	S	150.97	80.95	92.59	53990.60	61532.20	60634.40
	E	153.83	157.69		59918.00	58926.00	
	W	143.79	41.89		59150.20	58095.60	
Á. abandonada 1	C	729.28	717.20		18328.74	18878.84	
	N	176.60	326.46		38634.60	49656.80	
	S	40.34	33.32		25333.20	25613.20	
	E	87.80	38.48		14033.84	12714.92	
	W	399.46	433.46		49322.00	49106.80	
Á. abandonada 2	C	243.42	174.04		52318.00	51248.20	
	N	405.84	248.36		52521.00	51950.80	
	S	200.58	82.34		52628.80	52808.80	
	E	188.62	921.56		51354.60	52949.60	
	W	174.40	251.72		52935.20	51498.60	
Á. abandonada 3	C	34.96	42.91	35.22	52185.20	51481.80	51599.80
	N	343.58	281.62	286.54	53152.40	52695.80	52275.80
	S	56.04	49.28	89.50	51736.40	51090.80	50799.80
	E	48.48	84.72	36.36	51844.60	52838.60	51469.80
	W	122.56	62.80	86.80	50949.40	39664.00	48919.00

CALIDAD DEL AGUA DE LOS MANTOS FREÁTICOS DEL EJIDO EL TOKIO, GALEANA, N. L.

Á. abandonada 4		121.50	124.00		47207.40	46793.60	
	C						
	N	43.28	48.24	44.51	50301.60	50556.40	51978.00
	S	108.28	130.18	244.22	51457.20	51570.20	50121.00
	E	88.00	103.58	95.48	51418.00	53031.40	53831.80
	W	17.42	38.64		50951.20	53456.00	

Profundidad 30-60 (2/3)		Mg			K		
Tratamiento		Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3	Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3
Cultivo 1	C	723.04	699.88		1071.52	1060.86	
	N	836.92	894.92		1389.50		
	S	931.36	897.64		1325.24	1223.36	
	E	835.24	916.88		1212.78	1189.48	
	W	1020.32	1052.08		1305.20	1299.44	
Cultivo 2	C	370.72	449.00		87.28	94.60	
	N	302.64	170.16		4.72	6.68	
	S	203.36	248.12		24.76	26.84	
	E	309.52	304.68		15.92	21.90	
	W	228.52	208.00		3.86	5.94	
Cultivo 3	C	1392.40	1387.48		990.38	934.42	
	N	1506.92	1610.36		1083.30	1090.64	
	S	2189.44	1504.92		975.48	956.32	
	E	1415.28	1362.76		1042.30	1002.90	
	W	1392.48	1460.96		1065.46		
Cultivo 4	C	869.00	474.18	413.64	73.22	50.92	47.90
	N	262.80	281.42	264.38	45.96	54.40	44.66
	S	114.40	88.78	94.10	34.80	35.14	38.78
	E	415.12	457.78	432.14	45.70	45.08	44.40
	W	261.10	254.36	278.50	32.82	37.40	38.44
Pastizal 1	C	1395.80	1325.76		142.42	142.04	
	N	1405.68	1364.84		130.44	137.32	
	S	223.32	213.84		124.60	117.06	
	E	209.16	201.04		117.40	113.30	
	W	360.16	383.00		138.78	163.44	
Pastizal 2	C	40.26	65.96	40.72	54.98	51.18	66.44
	N	324.94	360.80	326.42	132.20	131.08	124.88
	S	185.24	191.64	194.40	69.70	62.20	78.20
	E	108.54	105.50	104.08	220.50	229.10	221.80
	W	390.94	403.34	407.96	166.80	181.26	175.04
Pastizal 3	C	98.72	107.72		154.02	155.80	
	N	172.70	165.12		131.92	131.52	
	S	134.50	126.42	128.50	61.64	67.76	58.86
	E	288.82	285.82		139.46	139.28	
	W	51.20	52.64		44.08	41.18	
Á. abandonada 1	C	1022.52	1013.96		909.98	914.78	
	N	661.60	859.32		317.36	566.14	
	S	597.80	606.36		791.50	809.92	
	E	659.72	679.04		811.92	962.22	
	W	985.28	954.92		527.66	523.48	

CALIDAD DEL AGUA DE LOS MANTOS FREÁTICOS DEL EJIDO EL TOKIO, GALEANA, N. L.

Á. abandonada 2	C	1038.96	909.44		210.12	238.18	
	N	1133.48	1280.84		184.90	173.40	
	S	1023.32	1107.88		286.56	293.80	
	E	1001.92	965.56		212.78	203.46	
	W	1179.92	1198.56		221.98	221.80	
Á. abandonada 3	C	31.92	30.16	33.36	43.16	45.50	44.64
	N	376.34	383.24	361.82	138.32	140.32	141.44
	S	259.16	270.86	234.24	242.48	266.86	240.84
	E	131.84	136.10	134.94	97.82	88.68	87.80
	W	96.50	132.70	102.24	65.46	71.44	65.42
Á. abandonada 4	C	127.24	115.14		90.58	163.84	
	N	76.00	95.84	78.74	117.20	124.76	121.52
	S	165.86	163.10	165.18	464.28	502.29	470.28
	E	43.30	45.42	45.78	84.78	91.34	90.00
	W	62.76	56.28		84.46	98.90	

Profundidad 30-60 (3/3)		CE mS			pH			RAS
Tratamiento		Repetición 1	2	3	Repetición 1	2	3	
Cultivo 1	C				7.76	7.74	7.77	0.689430574
	N	1.79	1.78	1.78	7.74	7.45	7.57	1.185849004
	S	1.39	1.44	1.38	7.74	7.70	7.64	0.948364304
	E	1.54	1.60	1.53	7.73	7.81	7.76	1.341658812
	W	1.20	1.25	1.22	7.67	7.73	7.73	1.576387407
Cultivo 2	C	2.05	2.02	2.06	7.75	7.77	7.79	0.964524535
	N	1.82	1.82	1.97	7.47	7.22	7.30	0.423934698
	S	1.88	1.95	1.88	7.35	7.21	7.21	0.401720126
	E	1.88	1.83	1.90	7.70	7.76	7.71	0.184275615
	W	1.86	1.83	1.94	7.62	7.63	7.60	0.268529894
Cultivo 3	C	2.21	2.18	2.17	7.41	7.37	7.42	3.368687703
	N	2.15	2.18	2.17	7.50	7.47	7.37	2.955820583
	S	2.17	2.18	2.12	7.49	7.53	7.56	4.31742984
	E	2.02	2.07	2.04	7.36	7.42	7.47	2.542872357
	W	2.20	2.10	2.13	7.27	7.34	7.29	2.43994879
Cultivo 4	C	2.13	2.12	2.12	7.82	7.77	7.74	2.04521744
	N	1.99	1.98	1.99	7.75	7.77	7.78	0.713872315
	S	1.96	1.96	1.94	7.76	7.78	7.81	0.234094292
	E	2.10	2.10	2.08	7.84	7.88	7.90	1.26002362
	W	2.04	2.03	2.04	7.91	7.88	7.88	0.990285145
Pastizal 1	C	1.94	1.92	1.94	7.44	7.32	7.41	1.320101717
	N	1.87	1.93	1.90	7.37	7.35	7.23	0.515005131
	S	1.87	1.87	1.85	7.13	7.10	7.16	0.277771868
	E	1.87	1.93	1.91	7.08	7.06	7.17	0.716686523
	W	1.95	1.96	1.89	7.31	7.29	7.24	1.614772527
Pastizal 2	C	1.81	1.93	1.96	7.77	7.77	7.75	0.182292331
	N	2.88	2.88	2.89	7.68	7.71	7.76	1.821375143
	S	2.29	2.29	2.29	7.82	7.83	7.83	1.172544802
	E	1.86	1.89	1.91	7.89	7.89	7.92	0.229056163
	W	2.67	2.66	2.66	7.89	7.95	7.99	1.855938312

CALIDAD DEL AGUA DE LOS MANTOS FREÁTICOS DEL EJIDO EL TOKIO, GALEANA, N. L.

Pastizal 3	C	1.89	1.87	1.86	8.03	7.97	7.95	0.285314521
	N	1.84	1.99	1.96	7.93	7.92	7.20	0.338332989
	S	1.98	1.96	1.94	8.01	8.04	8.05	0.44614638
	E	2.01	1.99	2.04	8.08	8.11	8.12	0.638201704
	W	1.96	1.96	1.97	8.15	8.06	8.05	0.383358718

Á. abandonada 1	C	2.67	2.66	2.75	7.76	7.84	7.76	5.231413275
	N	2.25	2.24	2.24	7.84	7.92	7.83	1.192019311
	S	1.98	1.94	1.88	7.70	7.71	7.76	0.229408119
	E				7.73	7.72	7.68	0.539262947
	W	2.54	2.53	2.53	7.44	7.74	7.78	1.868088743

Á. abandonada 2	C	2.07	2.05	2.03	7.39	7.53	7.54	0.912972702
	N	1.96	1.99	2.01	7.58	7.55	7.51	1.422988127
	S	1.97	1.93	1.97	7.61	7.58	7.49	0.613009667
	E	1.91	1.92	1.91	7.44	7.39	7.36	2.419296444
	W	1.97	1.94	1.90	7.55	7.41	7.35	0.927123499
Á. abandonada 3	C	1.61	1.61	1.62	8.02	7.98	7.90	0.165675217
	N	2.02	2.00	1.96	7.88	7.94	7.99	1.321426019
	S	1.76	1.74	1.76	7.97	7.99	7.99	0.286615503
	E	1.69	1.70	1.70	7.90	7.94	7.95	0.247575504
	W	1.66	1.66	1.66	7.98	7.98	7.97	0.420405499
Á. abandonada 4	C	1.71	1.73	1.72	7.77	7.78	7.79	0.565835885
	N	1.62	1.61	1.62	7.79	7.81	7.80	0.200809059
	S	1.86	1.91	1.90	7.87	7.91	7.94	0.711528679
	E	1.65	1.64	1.65	8.01	7.95	7.93	0.416490543
	W	1.71	1.70	1.70	7.87	7.86	7.84	0.122644793

## **Anexo V**

Resultados del análisis varianza, prueba de Tukey y estadística descriptiva del agua de los pozos analizados del ejido El Tokio, Galeana N. L. Conductividad eléctrica (C.E), pH, y elementos mayores: sodio (Na), calcio (Ca), potasio (K) y magnesio (Mg).

Descriptives

CALIDAD DEL AGUA DE LOS MANTOS FREÁTICOS DEL EJIDO EL TOKIO, GALEANA, N. L.

		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
						Upper Bound	Lower Bound		
Na	1	5	18.058	.4232	.1893	17.532	18.584	17.7	18.7
	2	5	16.342	1.4999	.6708	14.480	18.204	14.4	18.2
	3	5	133.342	3.0744	1.3749	129.525	137.159	130.6	137.2
	4	5	14.444	.8613	.3852	13.375	15.513	13.5	15.6
	Total	20	45.547	52.0476	11.6382	21.187	69.906	13.5	137.2
Ca	1	5	609.6100	24.47308	10.94470	579.2227	639.9973	581.85	634.55
	2	5	581.9800	14.77615	6.60809	563.6330	600.3270	564.15	601.05
	3	5	483.5500	21.51331	9.62104	456.8377	510.2623	463.50	515.80
	4	5	574.5500	20.08824	8.98374	549.6072	599.4928	556.75	608.90
	Total	20	562.4225	52.12335	11.65513	538.0280	586.8170	463.50	634.55
Mg	1	5	32.86300	.375643	.167993	32.39658	33.32942	32.490	33.305
	2	5	32.86800	.238762	.106778	32.57154	33.16446	32.630	33.150
	3	5	101.42400	1.293998	.578693	99.81729	103.03071	99.700	102.530
	4	5	26.44100	.560484	.250656	25.74507	27.13693	25.860	27.365
	Total	20	48.39900	31.531659	7.050693	33.64173	63.15627	25.860	102.530
K	1	5	3.75950	.197954	.088528	3.51371	4.00529	3.518	3.950
	2	5	3.93650	.131180	.058665	3.77362	4.09938	3.768	4.093
	3	5	4.78350	.646922	.289312	3.98024	5.58676	3.635	5.208
	4	5	3.18750	.464966	.207939	2.61017	3.76483	2.830	3.978
	Total	20	3.91675	.699822	.156485	3.58922	4.24428	2.830	5.208
CE	1	5	2.2740	.01140	.00510	2.2598	2.2882	2.26	2.29
	2	5	2.2120	.05357	.02396	2.1455	2.2785	2.12	2.25
	3	5	2.5400	.03808	.01703	2.4927	2.5873	2.50	2.58
	4	5	2.2540	.00548	.00245	2.2472	2.2608	2.25	2.26
	Total	20	2.3200	.13584	.03037	2.2564	2.3836	2.12	2.58
pH	1	5	6.390	.2211	.0989	6.115	6.665	6.1	6.6
	2	5	6.740	.0640	.0286	6.660	6.820	6.7	6.8
	3	5	8.226	.0336	.0150	8.184	8.268	8.2	8.3
	4	5	7.610	.0316	.0141	7.571	7.649	7.6	7.6
	Total	20	7.241	.7479	.1672	6.891	7.592	6.1	8.3

Test of Homogeneity of Variances

	Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Na	11.275	3	16	.000
Ca	.692	3	16	.570
Mg	11.276	3	16	.000
K	1.986	3	16	.157
CE	4.119	3	16	.024
pH	5.313	3	16	.010

CALIDAD DEL AGUA DE LOS MANTOS FREÁTICOS DEL EJIDO EL TOKIO, GALEANA, N. L.

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Na	Between Groups	51419.679	3	17139.893	5431.541	.000
	Within Groups	50.490	16	3.156		
	Total	51470.169	19			
Ca	Between Groups	44885.517	3	14961.839	35.547	.000
	Within Groups	6734.505	16	420.907		
	Total	51620.022	19			
Mg	Between Groups	18881.918	3	6293.973	11513.255	.000
	Within Groups	8.747	16	.547		
	Total	18890.665	19			
K	Between Groups	6.541	3	2.180	12.619	.000
	Within Groups	2.764	16	.173		
	Total	9.305	19			
CE	Between Groups	.333	3	.111	99.012	.000
	Within Groups	.018	16	.001		
	Total	.351	19			
pH	Between Groups	10.408	3	3.469	251.719	.000
	Within Groups	.221	16	.014		
	Total	10.628	19			

Homogeneous Subsets

Na

Tukey HSD

Pozos	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
4	5	14.444		
2	5	16.342	16.342	
1	5		18.058	
3	5			133.342
Sig.		.361	.445	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

CALIDAD DEL AGUA DE LOS MANTOS FREÁTICOS DEL EJIDO EL TOKIO, GALEANA, N. L.

Ca

Tukey HSD

Pozos	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
3	5	483.5500	
4	5		574.5500
2	5		581.9800
1	5		609.6100
Sig.		1.000	.068

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Mg

Tukey HSD

Pozos	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
4	5	26.44100		
1	5		32.86300	
2	5		32.86800	
3	5			101.42400
Sig.		1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

K

Tukey HSD

Pozos	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
4	5	3.18750	
1	5		
2	5		
3	5		4.78350
Sig.		.051	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.



CE

Tukey HSD

Pozos	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
2	5	2.2120		
4	5	2.2540	2.2540	
1	5		2.2740	
3	5			2.5400
Sig.		.235	.782	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

pH

Tukey HSD

Pozos	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
1	5	6.3900			
2	5		6.7400		
4	5			7.6100	
3	5				8.2260
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

## **Anexo VI**

Resultados del análisis varianza, prueba de Tukey y estadística descriptiva del suelo realizados en las áreas de cultivo, pastizal natural y áreas abandonadas del ejido El Tokio, Galeana N. L. Profundidad de 0-30 cm. Conductividad eléctrica (C.E), pH, y elementos mayores: sodio (Na), calcio (Ca), potasio (K) y magnesio (Mg).

CALIDAD DEL AGUA DE LOS MANTOS FREÁTICOS DEL EJIDO EL TOKIO, GALEANA, N. L.

Oneway

Descriptives

		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for		Minimum	Maximum
						Mean			
						Lower Bound	Upper Bound		
sodio	1	5	163.6580	46.48233	20.78753	105.9426	221.3734	102.75	229.51
	2	5	144.1350	26.70984	11.94500	110.9704	177.2996	101.08	170.05
	3	5	511.6850	191.91241	85.82584	273.3943	749.9757	342.34	833.36
	4	5	299.8933	218.67427	97.79410	28.3734	571.4133	82.73	648.00
	5	5	94.2460	31.54699	14.10824	55.0752	133.4168	59.59	132.55
	6	5	101.3960	72.66794	32.49809	11.1668	191.6252	42.06	213.34
	7	5	47.5413	20.08426	8.98196	22.6034	72.4792	32.46	82.57
	8	5	81.0611	22.30202	9.97377	53.3695	108.7527	57.58	117.78
	9	5	105.7060	55.67436	24.89833	36.5772	174.8348	48.99	198.96
	10	5	141.5100	31.72519	14.18794	102.1180	180.9020	105.01	181.90
	11	5	72.2483	21.82132	9.75879	45.1536	99.3431	51.36	105.42
	12	5	55.8423	15.66468	7.00546	36.3921	75.2926	36.06	76.97
Total	60	151.5769	151.47945	19.55591	112.4456	190.7082	32.46	833.36	
calcio	1	5	13185.5300	934.65194	417.98905	12025.0063	14346.0537	12557.89	14826.91
	2	5	49491.3500	326.21338	145.88706	49086.3026	49896.3974	49050.00	49912.10
	3	5	17300.1050	806.89990	360.85661	16298.2064	18302.0036	15954.48	18101.03
	4	5	51071.2667	1224.96254	547.81990	49550.2748	52592.2586	49030.13	52247.40
	5	5	47916.1800	685.00531	306.34369	47065.6336	48766.7264	47061.50	48873.40
	6	5	36657.8400	76.42750	34.17942	36562.9427	36752.7373	36542.60	36734.90
	7	5	36280.8267	446.59484	199.72328	35726.3059	36835.3474	35617.20	36743.67
	8	5	40284.9489	323.38442	144.62191	39883.4141	40686.4837	39952.39	40719.89
	9	5	21100.6880	14569.09228	6515.49614	3010.7706	39190.6054	12340.86	47013.30
	10	5	51796.5250	1550.35013	693.33766	49871.5111	53721.5389	49392.30	53268.20
	11	5	35109.3467	444.56289	198.81457	34557.3489	35661.3444	34458.87	35555.40
	12	5	48038.4533	3070.98465	1373.38609	44225.3223	51851.5844	43203.80	50585.87
Total	60	37352.7550	13710.23525	1769.98376	33811.0257	40894.4843	12340.86	53268.20	

CALIDAD DEL AGUA DE LOS MANTOS FREÁTICOS DEL EJIDO EL TOKIO, GALEANA, N. L.

magnesi o	1	5	841.348	74.1196	33.1473	749.316	933.380	721.5	904.9
	2	5	353.140	92.2460	41.2537	238.601	467.679	291.5	512.6
	3	5	1464.655	60.9632	27.2636	1388.959	1540.351	1403.8	1563.6
	4	5	496.968	199.0306	89.0092	249.839	744.097	275.6	711.8
	5	5	979.776	97.9853	43.8204	858.111	1101.441	912.3	1152.7
	6	5	217.550	222.0949	99.3239	-58.217	493.317	59.4	579.2
	7	5	94.652	43.7173	19.5510	40.370	148.934	54.3	147.4
	8	5	430.659	94.7062	42.3539	313.066	548.253	363.4	595.4
	9	5	644.044	56.8540	25.4259	573.450	714.638	576.7	733.0
	10	5	725.880	133.2536	59.5928	560.424	891.336	571.2	938.0
	11	5	167.063	132.2721	59.1539	2.825	331.300	62.0	394.9
	12	5	97.844	63.3048	28.3107	19.241	176.447	43.9	205.7
	Total	60	542.798	412.2906	53.2265	436.292	649.304	43.9	1563.6
potasio	1	5	1311.9860	67.43080	30.15597	1228.2596	1395.7124	1203.11	1381.28
	2	5	48.1725	9.03267	4.03953	36.9570	59.3880	38.46	62.48
	3	5	950.6500	56.84201	25.42052	880.0713	1021.2287	889.68	1034.64
	4	5	71.9480	14.02674	6.27295	54.5315	89.3645	57.69	93.34
	5	5	185.4880	105.38033	47.12751	54.6410	316.3350	69.44	287.86
	6	5	207.4400	117.72518	52.64830	61.2649	353.6151	97.67	391.68
	7	5	160.6920	59.04069	26.40380	87.3833	234.0007	63.28	216.33
	8	5	184.5400	50.56108	22.61160	121.7601	247.3199	118.27	247.61
	9	5	757.4360	152.23828	68.08303	568.4072	946.4648	537.80	906.54
	10	5	341.6450	38.26408	17.11222	294.1339	389.1561	302.81	383.35
	11	5	136.1480	52.68509	23.56149	70.7308	201.5652	77.58	206.35
	12	5	303.1080	80.72158	36.09979	202.8789	403.3371	214.78	426.93
	Total	60	388.2711	392.73462	50.70182	286.8170	489.7252	38.46	1381.28

CALIDAD DEL AGUA DE LOS MANTOS FREÁTICOS DEL EJIDO EL TOKIO, GALEANA, N. L.

CE	1	5	1939.3333	40.02777	17.90096	1889.6323	1989.0344	1873.33	1980.00
	2	5	1934.1667	39.32592	17.58708	1885.3371	1982.9962	1873.33	1980.00
	3	5	2128.3333	118.38027	52.94127	1981.3448	2275.3219	1993.33	2316.67
	4	5	1820.8667	192.90997	86.27196	1581.3373	2060.3960	1680.00	2140.00
	5	5	1926.6667	47.70220	21.33307	1867.4366	1985.8968	1844.33	1956.67
	6	5	1895.2000	73.27975	32.77170	1804.2112	1986.1888	1839.00	2005.00
	7	5	1823.8000	12.32117	5.51019	1808.5013	1839.0987	1812.33	1837.00
	8	5	1881.8889	34.40033	15.38430	1839.1752	1924.6025	1836.00	1927.33
	9	5	1870.5000	163.32321	73.04036	1667.7074	2073.2926	1662.33	2040.00
	10	5	1967.5000	38.68498	17.30045	1919.4663	2015.5337	1926.67	2023.33
	11	5	1842.1333	70.58864	31.56820	1754.4860	1929.7807	1791.33	1966.67
	12	5	1621.6000	32.08271	14.34782	1581.7641	1661.4359	1577.67	1654.67
	Total	60	1887.6657	139.75455	18.04223	1851.5633	1923.7682	1577.67	2316.67
ph	1	5	7.595	.1358	.0607	7.426	7.763	7.4	7.7
	2	5	7.579	.0925	.0414	7.464	7.694	7.5	7.7
	3	5	7.725	.0112	.0050	7.711	7.739	7.7	7.7
	4	5	7.985	.0380	.0170	7.938	8.032	7.9	8.0
	5	5	7.352	.1733	.0775	7.137	7.567	7.2	7.6
	6	5	7.723	.0636	.0284	7.644	7.802	7.7	7.8
	7	5	7.676	.0644	.0288	7.596	7.756	7.6	7.8
	8	5	7.584	.0954	.0427	7.465	7.702	7.5	7.7
	9	5	7.551	.0612	.0274	7.475	7.627	7.5	7.6
	10	5	7.622	.0532	.0238	7.556	7.688	7.6	7.7
	11	5	7.599	.1392	.0622	7.426	7.771	7.4	7.7
	12	5	7.695	.1220	.0545	7.544	7.847	7.6	7.9
	Total	60	7.640	.1679	.0217	7.597	7.684	7.2	8.0

CALIDAD DEL AGUA DE LOS MANTOS FREÁTICOS DEL EJIDO EL TOKIO, GALEANA, N. L.

Test of Homogeneity of Variances

	Levene Statistic	df1	df2	Sig.
sodio	4.265	11	48	.000
calcio	5.990	11	48	.000
magnesio	2.643	11	48	.010
potasio	3.453	11	48	.001
CE	3.734	11	48	.001
ph	1.963	11	48	.054

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
sodio	Between Groups	955706.920	11	86882.447	10.475	.000
	Within Groups	398108.413	48	8293.925		
	Total	1353815.333	59			
calcio	Between Groups	1.018E10	11	9.252E8	48.653	.000
	Within Groups	9.128E8	48	1.902E7		
	Total	1.109E10	59			
magnesio	Between Groups	9350499.014	11	850045.365	60.133	.000
	Within Groups	678531.121	48	14136.065		
	Total	1.003E7	59			
potasio	Between Groups	8808208.065	11	800746.188	131.638	.000
	Within Groups	291980.193	48	6082.921		
	Total	9100188.257	59			
CE	Between Groups	762186.375	11	69289.670	8.524	.000
	Within Groups	390162.264	48	8128.381		
	Total	1152348.639	59			
ph	Between Groups	1.196	11	.109	11.177	.000
	Within Groups	.467	48	.010		
	Total	1.662	59			

CALIDAD DEL AGUA DE LOS MANTOS FREÁTICOS DEL EJIDO EL TOKIO, GALEANA, N. L.

sodio

**Tukey HSD**

tratamient o	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
7	5	47.5413		
12	5	55.8423		
11	5	72.2483		
8	5	81.0611		
5	5	94.2460		
6	5	101.3960		
9	5	105.7060	105.7060	
10	5	141.5100	141.5100	
2	5	144.1350	144.1350	
1	5	163.6580	163.6580	
4	5		299.8933	
3	5			511.6850
Sig.		.681	.059	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

calcio

**Tukey HSD**

tratamient o	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
1	5	13185.5300			
3	5	17300.1050			
9	5	21100.6880			
11	5		35109.3467		
7	5		36280.8267		
6	5		36657.8400		
8	5		40284.9489	40284.9489	
5	5			47916.1800	47916.1800
12	5			48038.4533	48038.4533
2	5			49491.3500	49491.3500

CALIDAD DEL AGUA DE LOS MANTOS FREÁTICOS DEL EJIDO EL TOKIO, GALEANA, N. L.

4	5				51071.2667
10	5				51796.5250
Sig.		.185	.767	.064	.956

magnesio

Tukey HSD

tratamie nto	N	Subset for alpha = 0.05								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
7	5	94.652								
12	5	97.844	97.844							
11	5	167.063	167.063							
6	5	217.550	217.550	217.550						
2	5		353.140	353.140	353.140					
8	5			430.659	430.659	430.659				
4	5				496.968	496.968	496.968			
9	5					644.044	644.044	644.044		
10	5						725.880	725.880	725.880	
1	5							841.348	841.348	
5	5								979.776	
3	5									1464.655
Sig.		.887	.055	.199	.746	.197	.127	.296	.058	1.000

potasio

Tukey HSD

tratamie nto	N	Subset for alpha = 0.05					
		1	2	3	4	5	6
2	5	48.1725					
4	5	71.9480					
11	5	136.1480	136.1480				
7	5	160.6920	160.6920				
8	5	184.5400	184.5400	184.5400			
5	5	185.4880	185.4880	185.4880			
6	5	207.4400	207.4400	207.4400			
12	5		303.1080	303.1080			



CALIDAD DEL AGUA DE LOS MANTOS FREÁTICOS DEL EJIDO EL TOKIO, GALEANA, N. L.

10	5			341.6450			
9	5				757.4360		
3	5					950.6500	
1	5						1311.9860
Sig.		.083	.057	.092	1.000	1.000	1.000

CE

Tukey HSD

tratamiento	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
12	5	1621.6000		
4	5		1820.8667	
7	5		1823.8000	
11	5		1842.1333	
9	5		1870.5000	
8	5		1881.8889	
6	5		1895.2000	
5	5		1926.6667	
2	5		1934.1667	1934.1667
1	5		1939.3333	1939.3333
10	5		1967.5000	1967.5000
3	5			2128.3333
Sig.		1.000	.324	.054

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

CALIDAD DEL AGUA DE LOS MANTOS FREÁTICOS DEL EJIDO EL TOKIO, GALEANA, N. L.

ph

Tukey HSD

tratamiento	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
5	5	7.352		
9	5	7.551	7.551	
2	5		7.579	
8	5		7.584	
1	5		7.595	
11	5		7.599	
10	5		7.622	
7	5		7.676	
12	5		7.695	
6	5		7.723	
3	5		7.725	
4	5			7.985
Sig.		.092	.215	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

## **Anexo VII**

Resultados del análisis varianza, prueba de Tukey y estadística descriptiva del suelo realizados en las áreas de cultivo, pastizal natural y áreas abandonadas del ejido El Tokio, Galeana N. L. Profundidad de 30-60 cm. Conductividad eléctrica (C.E), pH, y elementos mayores: sodio (Na), calcio (Ca), potasio (K) y magnesio (Mg).

CALIDAD DEL AGUA DE LOS MANTOS FREÁTICOS DEL EJIDO EL TOKIO, GALEANA, N. L.

Descriptives

		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
						Lower Bound	Upper Bound		
sodio2	1	5	133.6900	41.17242	18.41287	82.5677	184.8123	77.32	181.13
	2	5	98.3860	67.91010	30.37032	14.0645	182.7075	39.87	213.36
	3	5	427.9400	109.72341	49.06980	291.7004	564.1796	333.85	601.40
	4	5	238.7813	154.97535	69.30708	46.3540	431.2086	54.18	471.02
	5	5	201.3780	126.96637	56.78108	43.7284	359.0276	61.99	365.03
	6	5	252.6913	197.93278	88.51823	6.9253	498.4573	42.64	451.59
	7	5	101.7770	33.35427	14.91648	60.3622	143.1918	69.27	155.76
	8	5	185.2821	73.93135	33.06310	93.4842	277.0800	124.26	303.15
	9	5	298.2400	283.01501	126.56816	-53.1696	649.6496	36.83	723.24
	10	5	289.0880	162.96753	72.88130	86.7371	491.4389	141.46	555.09
	11	5	110.7580	109.64661	49.03545	-25.3862	246.9022	37.70	303.91
	12	5	90.5407	54.68958	24.45793	22.6346	158.4468	28.03	160.89
Total	60	202.3794	159.18708	20.55096	161.2570	243.5018	28.03	723.24	
calcio2	1	5	13032.2200	668.46622	298.94718	12202.2096	13862.2304	12222.01	14001.52
	2	5	47451.9200	1238.07803	553.68533	45914.6431	48989.1969	45949.60	48727.80
	3	5	17930.6020	1061.77538	474.84039	16612.2337	19248.9703	16656.98	19342.76
	4	5	51799.6667	1846.50169	825.78066	49506.9320	54092.4013	48974.00	53517.33
	5	5	50838.5400	674.15935	301.49322	50001.4606	51675.6194	49695.00	51458.70
	6	5	56884.2133	1530.87340	684.62740	54983.3829	58785.0437	54689.40	59005.93
	7	5	59105.9733	528.40696	236.31078	58449.8694	59762.0772	58622.90	59873.10
	8	5	55609.5756	600.65339	268.62036	54863.7659	56355.3852	54847.77	56181.54
	9	5	30162.2940	15779.25109	7056.69562	10569.7660	49754.8220	13374.38	49214.40
	10	5	52221.3600	333.37165	149.08833	51807.4244	52635.2956	51783.10	52718.80
	11	5	50846.8800	2483.55417	1110.67919	47763.1402	53930.6198	46510.80	52708.00
	12	5	50791.8600	2254.57787	1008.27788	47992.4318	53591.2882	47000.50	52760.40
Total	60	44722.9254	15538.79960	2006.05040	40708.8278	48737.0230	12222.01	59873.10	

CALIDAD DEL AGUA DE LOS MANTOS FREÁTICOS DEL EJIDO EL TOKIO, GALEANA, N. L.

magnesio2	1	5	880.8280	116.40958	52.05995	736.2864	1025.3696	711.46	1036.20
	2	5	279.4720	81.01477	36.23091	178.8789	380.0651	218.26	409.86
	3	5	1522.3000	194.47742	86.97295	1280.8244	1763.7756	1389.02	1847.18
	4	5	330.7800	185.47494	82.94692	100.4824	561.0776	99.09	585.61
	5	5	708.2600	610.41405	272.98546	-49.6692	1466.1892	205.10	1385.26
	6	5	216.7160	149.58640	66.89707	30.9799	402.4521	48.98	400.75
	7	5	148.2353	88.62086	39.63245	38.1980	258.2727	51.92	287.32
	8	5	357.7371	199.72474	89.31962	109.7461	605.7281	179.60	630.52
	9	5	804.0520	183.21977	81.93837	576.5546	1031.5494	602.08	1018.24
	10	5	1083.9880	110.32963	49.34091	946.9957	1220.9803	974.20	1207.16
	11	5	181.0280	134.18517	60.00943	14.4151	347.6409	31.81	373.80
	12	5	94.7567	48.61258	21.74021	34.3962	155.1172	44.83	164.71
	Total	60	550.6794	476.97554	61.57728	427.4636	673.8953	31.81	1847.18
potasio2	1	5	1246.6880	121.35451	54.27139	1096.0065	1397.3695	1066.19	1389.50
	2	5	29.2500	35.60898	15.92482	-14.9644	73.4644	4.90	90.94
	3	5	1020.6660	56.57010	25.29892	950.4249	1090.9071	962.40	1086.97
	4	5	44.6413	8.89919	3.97984	33.5915	55.6911	36.22	57.35
	5	5	132.6800	14.77378	6.60704	114.3359	151.0241	115.35	151.11
	6	5	131.0240	70.01677	31.31245	44.0867	217.9613	57.53	223.80
	7	5	106.2767	50.13210	22.41976	44.0294	168.5239	42.63	154.91
	8	5	123.3269	26.96937	12.06107	89.8400	156.8138	84.54	159.51
	9	5	713.4960	215.89994	96.55339	445.4208	981.5712	441.75	912.38
	10	5	224.6980	40.76005	18.22845	174.0877	275.3083	179.15	290.18
	11	5	118.6787	81.54273	36.46702	17.4300	219.9273	44.43	250.06
	12	5	181.5413	167.13995	74.74726	-25.9903	389.0730	88.71	478.95
	Total	60	339.4139	408.87358	52.78535	233.7907	445.0372	4.90	1389.50
CondElec	1	5	1489.5000	205.26737	91.79836	1234.6269	1744.3731	1223.67	1782.33
	2	5	1912.6667	74.32661	33.23987	1820.3780	2004.9553	1870.00	2043.33
	3	5	2139.3333	55.94640	25.01999	2069.8667	2208.8000	2043.33	2186.67
	4	5	2040.6667	125.28634	56.02975	1885.1031	2196.2302	1876.67	2213.33
	5	5	1906.6667	28.96358	12.95291	1870.7036	1942.6297	1863.33	1933.33
	6	5	2324.4000	447.58378	200.16555	1768.6513	2880.1487	1886.67	2883.33

CALIDAD DEL AGUA DE LOS MANTOS FREÁTICOS DEL EJIDO EL TOKIO, GALEANA, N. L.

	7	5	1948.4667	51.53295	23.04623	1884.4801	2012.4533	1873.33	2013.33
	8	5	2193.1778	412.89805	184.65362	1680.4971	2705.8584	1901.78	2904.44
	9	5	2350.8333	290.03233	129.70640	1990.7106	2710.9560	1933.33	2693.33
	10	5	1968.6667	52.84148	23.63143	1903.0553	2034.2780	1913.33	2050.00
	11	5	1742.8667	149.04075	66.65305	1557.8081	1927.9252	1612.00	1993.33
	12	5	1714.6667	105.64064	47.24393	1583.4965	1845.8368	1616.00	1887.67
	Total	60	1977.6593	313.22519	40.43720	1896.7446	2058.5739	1223.67	2904.44
PH	1	5	7.703	.0718	.0321	7.614	7.792	7.6	7.8
	2	5	7.482	.1753	.0784	7.264	7.700	7.3	7.6
	3	5	7.418	.0820	.0367	7.316	7.520	7.3	7.5
	4	5	7.818	.0587	.0263	7.745	7.891	7.8	7.9
	5	5	7.244	.1232	.0551	7.091	7.397	7.1	7.4
	6	5	7.830	.0936	.0419	7.714	7.946	7.7	7.9
	7	5	7.978	.1713	.0766	7.765	8.191	7.7	8.1
	8	5	7.684	.0732	.0327	7.593	7.775	7.6	7.8
	9	5	7.717	.1355	.0606	7.548	7.885	7.5	7.9
	10	5	7.485	.0699	.0313	7.398	7.572	7.4	7.6
	11	5	7.959	.0240	.0107	7.929	7.988	7.9	8.0
	12	5	7.861	.0756	.0338	7.767	7.955	7.8	8.0
	Total	60	7.682	.2411	.0311	7.619	7.744	7.1	8.1

Test of Homogeneity of Variances

	Levene Statistic	df1	df2	Sig.
sodio2	3.333	11	48	.002
calcio2	20.265	11	48	.000
magnesio2	14.497	11	48	.000
potasio2	6.479	11	48	.000
CondElec	3.988	11	48	.000
PH	2.130	11	48	.036

**ANOVA**

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
sodio2	Between Groups	591455.1	11	53768.645	2.856	.006
	Within Groups	903635.9	48	18825.748		
	Total	1495091	59			
calcio2	Between Groups	1.3E+010	11	1196781482	53.131	.000
	Within Groups	1.1E+009	48	22525145.56		
	Total	1.4E+010	59			
magnesio2	Between Groups	11018142	11	1001649.306	19.994	.000
	Within Groups	2404692	48	50097.750		
	Total	13422834	59			
potasio2	Between Groups	9421500	11	856499.998	93.018	.000
	Within Groups	441978.5	48	9207.885		
	Total	9863478	59			
CondElec	Between Groups	3544169	11	322197.222	6.891	.000
	Within Groups	2244322	48	46756.704		
	Total	5788491	59			
PH	Between Groups	2.893	11	.263	23.510	.000
	Within Groups	.537	48	.011		
	Total	3.430	59			

**sodio2**

Tukey HSD<sup>a</sup>

tratamiento	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
12	5	90.5407	
2	5	98.3860	
7	5	101.7770	
11	5	110.7580	
1	5	133.6900	133.6900
8	5	185.2821	185.2821
5	5	201.3780	201.3780
4	5	238.7813	238.7813
6	5	252.6913	252.6913
10	5	289.0880	289.0880
9	5	298.2400	298.2400
3	5		427.9400
Sig.		.430	.056

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

**calcio2**

Tukey HSD<sup>a</sup>

tratamiento	N	Subset for alpha = .05			
		1	2	3	4
1	5	13032.22	30162.29		
3	5	17930.60			
9	5				
2	5			47451.92	
12	5			50791.86	50791.86
5	5			50838.54	50838.54
11	5			50846.88	50846.88
4	5			51799.67	51799.67
10	5			52221.36	52221.36
8	5			55609.58	55609.58
6	5			56884.21	56884.21
7	5				59105.97
Sig.		.888	1.000	.102	.226

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

**magnesio2**

Tukey HSD<sup>a</sup>

tratamiento	N	Subset for alpha = .05				
		1	2	3	4	5
12	5	94.7567	279.4720			
7	5	148.2353				
11	5	181.0280				
6	5	216.7160				
2	5	279.4720				
4	5	330.7800		330.7800		
8	5	357.7371		357.7371		
5	5			708.2600	708.2600	
9	5			804.0520	804.0520	
1	5				880.8280	
10	5				1083.9880	1083.9880
3	5					1522.3000
Sig.		.778	.132	.063	.280	.113

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.



**potasio2**

Tukey HSD<sup>a</sup>

tratamiento	N	Subset for alpha = .05			
		1	2	3	4
2	5	29.2500			
4	5	44.6413			
7	5	106.2767			
11	5	118.6787			
8	5	123.3269			
6	5	131.0240			
5	5	132.6800			
12	5	181.5413			
10	5	224.6980			
9	5		713.4960		
3	5			1020.6660	
1	5				1246.6880
Sig.		.085	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

**CondElec**

Tukey HSD<sup>a</sup>

tratamiento	N	Subset for alpha = .05			
		1	2	3	4
1	5	1489.5000			
12	5	1714.6667	1714.6667		
11	5	1742.8667	1742.8667	1742.8667	
5	5	1906.6667	1906.6667	1906.6667	1906.6667
2	5	1912.6667	1912.6667	1912.6667	1912.6667
7	5	1948.4667	1948.4667	1948.4667	1948.4667
10	5		1968.6667	1968.6667	1968.6667
4	5		2040.6667	2040.6667	2040.6667
3	5		2139.3333	2139.3333	2139.3333
8	5			2193.1778	2193.1778
6	5				2324.4000
9	5				2350.8333
Sig.		.061	.111	.071	.079

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

**PH**

Tukey HSD<sup>a</sup>

tratamiento	N	Subset for alpha = .05				
		1	2	3	4	5
5	5	7.244				
3	5	7.418	7.418			
2	5		7.482	7.482		
10	5		7.485	7.485		
8	5			7.684	7.684	
1	5			7.703	7.703	
9	5				7.717	
4	5				7.818	7.818
6	5				7.830	7.830
12	5				7.861	7.861
11	5					7.959
7	5					7.978
Sig.		.308	.997	.070	.282	.431

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.